平成5年2月1日発行（毎月1回1日発行）
2月号726号昭和21年12月27日第三種郵便物認可

エレクトロニクスライフ

監修 NHK放送技術研究所長 泉 武博

特集
ビギナーのための 新しい電子工作基礎知識

1993
2

レポート
ロボコン'92全国大会（高専部門）

製作
作りながら学ぶファジィ理論⑤
モノクロディジタルスチルカメラ⑤
赤外線光リピータの製作

連載
役立つDOSの話題②
MULTIMEDIA GAME 「SIM LIFE」
NHK 技術研究スポット
ハイビジョン評価用ディジタル標準画像

mitec

マイテック
メカトロニクス
制御技術 学習システム

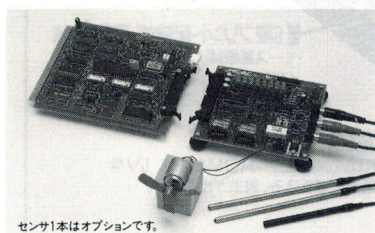
マイテックの 制御技術 学習システムは、現在の生産技術等に必要不可欠なロボット制御・モータ制御・センサ技術などの初歩から応用までをPC-9801シリーズに接続するだけでわかりやすく学習することができます。

アボットシステム (ロボット学習セット)
¥97,000

- 直流モータを使用した理解しやすい4軸ロボット。
- パソコン、ポケコン又はワンボードマイコン(MP-85mkII※)などにより手軽に制御できます。
- IB-ARMにはリレーを8個、LED16個実装しているので単体でもリレー、LEDの学習ができます。
- 低価格
- I/Oボード※mkIIの8255を利用しているので音、光、熱、を使った制御実験もできます。

■**システム構成** ●アームロボット ●IB-ARM ●I/Oボード完成品 ●IB-1098 ●接続ケーブル ●マニュアル付

※MP-85mkIIは、マイテックが開発したマイコンのハード・ソフトウェア技術を学習するために開発されたトレーニングボードです。
※I/Oボードは、PC-98シリーズ等に接続することにより基本的な入出力インターフェースの学習が1台で簡単にできるボードです。

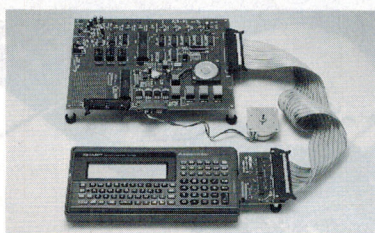
パソコンに接続するだけで制御技術が学習できる。

センサ1本はオプションです。

知的実験ツールセット (AD/IF計測実験ボード)
¥97,000

- AD/IF BOARDと接続することによりPC-9801シリーズ、FMR-50シリーズで10種類(LED、スイッチ、リレー、速度、加速度、充放電、温度、照度、モータ、外部入力)の計測実験が1つのボードでできます。
- 付属品及び詳細なマニュアル付。

AD/IF BOARD用各種実験装置。

AD/ BOARDだけでも各種の制御実験ができますが、別に以下のような実験ボードも用意しています。

- 超音波距離センサ
- 温度測定器
- 光の強度分布測定器
- 電磁界強度分布測定器
- 単振子振動測定器
- 光電スイッチ
- 音の実験器
- パソコンアンプユニット
- デジタルオシロスコープ実験セット

ポケコン制御システム (ポケコン学習セット)
¥26,500

- シャープPC-G80シリーズにすぐ接続できます。
- マシン語、BASIC言語、C言語で制御の学習ができます。
- ポケコンで、I/OボードmkII上のA/Dコンバータ各種センサ(音、光、温度)LED、リレー、スピーカ、割り込み処理、スイッチ情報の読み取りなど、マイクロコンピュータ制御を学習する上で不可欠な技術を修得できます。

■**システム構成** ●I/Oボード完成品 ●ステッピングモータ(コネクタ付) ●IB-ポケコンS ●接続ケーブル ●マニュアル付

PC-9801用I/O実験ツール Y98制御セット
セット価格¥29,000

- PC98シリーズとI/Oボード8255入出力実験ボード(Y98TEST)ステッピングモータドライブボードを接続することにより様々な制御技術が学習できます。
- ハードについて多少知識があってインターフェースや制御を学習したい、C言語の基礎知識があって実践的なプログラムを体験したい、パソコンを制御に活用したい、インターフェースや簡単な制御モデルを製作したい方などに最適なキッドです。

パソコン キャット(¥26,000)は別売です。

※記載されている価格には消費税は含まれておりません。

●詳しい資料は、電話で下記までお問い合わせ下さい。

株式会社 マイテック
商品事業部
東京都江東区亀戸2-33-1 BR亀戸1ビル
〒136 ☎03-5609-9800 FAX.03-5609-9801

G-52BSⅡ-ADコンピュータ・モジュール

12ビットADコンバータ＋80C52-BASIC(C-MOS対応)＋EEPROMでお色直し

実数型BASIC内蔵汎用コンピュータ・モジュール

G-52BSⅡ-ADは、「80C52-BASIC」CPUを搭載した機器組込み用コンピュータ・モジュールです。 CPU内部ROMに8KバイトのBASICインタプリタが内蔵しておりパソコンでのターミナルモードによりBASICプログラムが作成実行でき、またC-MOSであるため省費電流が大変少なくなりました。開発されたプログラムをEEPROMに書き込みプログラムのオートスタートも可能です。 制御システムに必要なPPI機能、リアルタイムクロック機能を搭載しており、無人化システムを構築できます。また計測分野にもご利用頂くために、A／Dコンバータ機能を新規搭載しました。

■80C52-BASIC CPU
制御に適した強力な「MCS® BASIC 52」BASICインタープリタを内蔵し、整数演算の他、浮動小数点の演算、sin,logなど豊富な関数、割り込み処理、タイマー命令、パルスジェネレート命令、P-ROMの書込み機能などをサポートしています。

A/Dコンバータ■
入力数：4チャンネル　分解能：12ビット
変換時間：10μs　入力電圧範囲：0V～+5V
オートキャブレーション機能内蔵。

■CPU用X'TAL
11.0592MHz

P-ROMソケット■
32KbyteのP-ROMを実装、機械語サブルーチン等の格納に対応できるメモリーコントロールロジックが接続されています。

■端子ピン
入出力端子は、マトリクスピンアレンジメントの丸ピン方式で、フロー半田付けにも耐える高融点半田付け仕様です。

■6層プリント配線板・両面実装
ベース基板は、コンパクトなカードサイズ(53.43×76.20㎜)で対ノイズ性・小型化に貢献しています。

バッテリー■
RAM及びリアルタイムクロックのバックアップに充電式バッテリーを内蔵しています。

■EEP-ROM
32KbyteのEEP-ROMを搭載、5V単一電源で書き込み、消去が出来ます。

■S-RAM
32KbyteのSRAMを搭載、メモリーバックアップ機能付。

裏面の仕様
PPI(i8255コンパチブル)
8bit×3ch(24bit)
リアルタイムクロック
カレンダー、時計、アラーム機能、定周期出力付き、バッテリーバックアップ式

● MCS®BASIC-52ユーザーズマニュアル
¥6,000
※MCS®は米国インテル社の商標です。

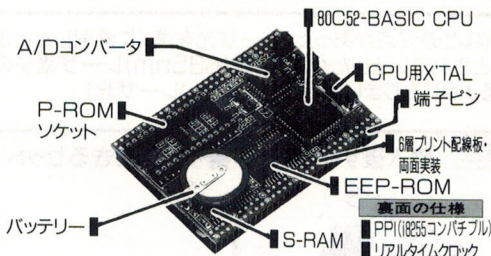
拡張オプション(企画中)

● BASIC52クロスコンパイラ
(BXC51 Ver.4)
MCS-51 BASIC Ver.1.1 インタプリタ互換
対応機種/NEC PC-9801シリーズ VM以降(ハイレゾ、XA、HAは除く)
※BXC51は米国Binary Technorogy社の商標です。

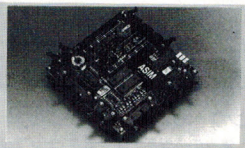
● 拡張ROM A & B
BASIC52拡張パッケージ
※拡張ROM A & BはMICROMINT社の商標です。

超²小型インテリジェント・モジュール

★BASIC機能搭載G-52BSシリーズ

A／D＋CMOS＋EEPROMでお色直し

「80C52-BASIC」CPUを搭載した機器組込み用コンピュータ・モジュールです。開発されたプログラムをEEP-ROMに書き込みプログラムのオートスタートが可能であり、また計測分野にもご利用頂くために、A/Dコンバータ機能を新規搭載しました。

G-52BSコンピュータ・モジュール
¥23,000
CPU 8052AH BASIC
制御用MCS®BASIC52内蔵
PPI 8bit×6チャンネル
コンソール RS232Cレベル
ROM 32Kバイト実装可(27C256シリーズ)
RAM 32Kバイト内蔵
時計機能、充電式バッテリ・バックアップ機能付
外形寸法 53.4×76.2㎜
ステレオコネクタ用専用通話ケーブルは別売で用意しております。(¥3,900)
MCS®BASIC-52ユーザーズマニュアルも用意しております。(¥6,000)
●MCS®は米国インテル社の商標です。

G-52BSユニバーサル・マザーボード
¥28,000
P-ROM書き込み用DC-DCコンバータ
(5V単一電源で動作)
プリンタ用コネクタ、RS232Cコネクタ
リセットスイッチ付
PPI確認用表示LED付
外形寸法 160×200㎜

GMA91SI多機能マザーボード
¥78,000
8チャンネル入力 12ビットA/Dコンバータ
入力チャンネル数 8ch(シングル入力)
ADC AD574A(精度 ±1LSB 変換速度 35uS)
アナログ用DC-DCコンバータ内蔵
シリアル入出力I/O 2チャンネル(71051相当品 2ヶ)
300～19.2Kbps
EEP ROM搭載(標準8Kバイト)最大24Kバイト増設可能
標準メモリアドレス 8000～9FFFH
HN58C65P-25×2ヶ搭載可能(ソケット実装)
5V単一電源
消費電流 MAX 1A(typ0.5A)
外形寸法 150×150㎜

G-52BSⅡ-ADコンピュータ・モジュール
価格未定
CPU 80C52-BASIC内蔵(C-MOS版)
システムクロック 11.0592MHz
メモリ S-RAM 32kバイト 搭載済み
EEP-ROM 32kバイト 搭載済み
A/Dコンバータ 入力数:4チャンネル 分解能:12ビット
変換時間:10μs 入力電圧範囲:0V～+5V
オートキャリブレーション機能内蔵
リアルタイムクロック カレンダー・時計機能、及びアラーム・定周期出力付き(時・分・秒)(年・月・日):クリスタル内蔵
パラレルポート i8255コンパチブルLSI
(8ビット×3チャンネル=24ビット)
シリアルポート CPU内蔵 コンソール入出力×1チャンネル
(RS232Cレベル変換)
タイマ・カウンタ CPU内蔵 16ビット×3
シリアルプリンタ用端子 CPU内蔵
(TTL・RS232C→2レベル出力)
バッテリーバックアップ リアルタイムクロック、S-RAM
バックアップ回路 充電式
割り込み INTO、INT1
電源電圧 DC＋5V±5%
消費電流 Typ 30mA
外形寸法 53.34mm×76.20mm

G-52BSⅡ(C-MOS版)コンピュータ・モジュール
価格未定

MCS® BASIC-52ユーザーズマニュアル
¥6,000
※MCS®は米国インテル社の商標です。

拡張オプション(企画中)
BASIC52クロスコンパイラ
(BXC51 Ver.4)
MCS-51 BASIC Ver.1.1 インタプリタ互換
対応機種 NEC PC-9801シリーズVM以降
(ハイレゾ、XA、HAは除く)
※BXC51は米国Binary Technorogy社の商標です。

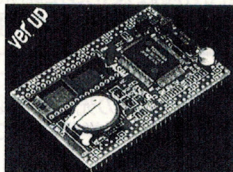
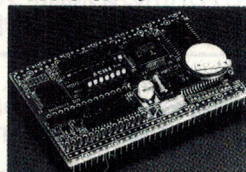
拡張ROM A & B
BASIC52拡張パッケージ
※拡張ROM A & BはMICROMINT社の商標です。

(搭載モジュール)オプション
G-52BSⅡ-ADコンピュータ・モジュール
価格未定
G-52BSコンピュータ・モジュール
¥23,000
S/Pモジュール(パラレルプリンタ出力用)
¥8,000 75～4800(9600可)ボー対応
G52BS MIRIモジュールに接続できます。
RS-232Cモジュール(2チャンネルまで増設可能)
¥2,800 5V単一電源動作

下記の商品も取り扱っております。
● PARTNER-ETシリーズ
インサーキットターゲットデバッガ
● LSIC-80(Ver.3.3)
8bit CPUクロスCコンパイラ
● Z-Visionシリーズ
高速シュミレータデバッガ

企画中
● シングルマザーボード
● I/Fカード
GP-IBカード
PPIカード
DACカード
SIOカード
● BUS変換アダプタ
● 通信ソフト
● リモートモニタ
● エディタ

★Z80CPUモジュールMIRIシリーズ

ver up

MIRI-A15-Ⅲコンピュータ・モジュール
¥13,000
CPU Z80ソフトウェアコンパチブル
(TMPZ84C015BF使用)
PIO 8ビット×2チャンネル
SIO 2チャンネル
CTC 4チャンネル
クロック 6.144MHz
(ボーレートをCTCを利用して発生可能)
RAM 32kバイト内蔵
ROM 32kバイト実装(ソケット)
(バンク切り替え可能)
ウォッチドック・タイマ内蔵
充電式バッテリ・バックアップ機能付
外形寸法 50.8×73.66㎜(カードサイズ以下)

MIRI-A80コンピュータ・モジュール
¥19,000
CPU Z80ソフトウェアコンパチブル
(TMPZ 84C01F使用)
PIO 8ビット×6チャンネル
2×8255コンパチブル
SIO 4チャンネル Z80SIO×2コンパチブル
CTC 4チャンネル Z80CTCコンパチブル
クロック 4MHz
RAM 32kバイト内蔵
ROM 32kバイト実装可能(ソケット)
充電式バッテリ・バックアップ機能付
外形寸法 53.4×81.3㎜(カードサイズ)

MIRI-A15-Ⅳコンピュータ・モジュール
(8MHz) ¥16,000

MIRI-A80-Ⅱコンピュータ・モジュール
(6MHz) ¥22,000

10MHzバージョン
MIRI-A15-V
コンピュータ・モジュール
価格未定

MIRI-A15-Ⅲデバッグ・モジュール
¥26,000
ICE対応用MIRI-A15-Ⅲ

MIRI-A80デバッグ・モジュール
¥37,000
ICE対応用MIRI-A80モジュール
外形寸法 53.4×81.3㎜(カードサイズ)

MIRI-A15ユニバーサル・マザーボード
¥19,000
PIO確認用表示LED付
RS-232Cモジュール用ソケット 2ヶ
D-SUB25ピンコネクタ 2チャンネル付
リセットスイッチ付
外形寸法 160×200㎜

MIRI-A80ユニバーサル・マザーボード
¥13,000
RS-232Cモジュール用ソケット 4ヶ
D-SUB25ピンコネクタ 2チャンネル付
(拡張用コネクタ基板付最大4チャンネル対応)
リセットスイッチ付
外形寸法 160×200㎜
(基板下部はユニバーサル部)
(拡張部 160×25㎜)

MIRI-A15-Ⅲ専用増設PIOカード
¥19,000
8255相当×2ヶ
8ビット×6
外形寸法 MIRI-A-15-Ⅲと同様

デバッグ用PIOモジュール
¥5,800
i8255ピン・コンパチブル
各ポートのレベルをLEDで表示
外形寸法 52.3×17.9㎜

RS232Cモジュール
¥2,800
TTLレベル↔RS232Cレベル
5V単一電源で使用可
外形寸法 25×20㎜

APO515M(L)アナログ専用DCDCコンバータ
(M)¥7,600 (L)¥8,800
5V単一入力±15V出力 入力出力完全絶縁
許容入力変動±10% 出力変動±0.3%
出力電流M-75mA 出力電流L-150mA

IBIイビデン産業株式会社
電子部
〒503 岐阜県大垣市中曽根町622番地

TEL	(0584)91-4141
FAX	(0584)91-4185

営業・技術担当 舟木・桐山

●ご注文多量の場合は、別途お見積り致します。
●上記の製品価格には消費税は含まれておりません。
●記事中の型番は、各メーカーの登録商標です。
●詳しいカタログを用意しております。FAXにてご請求ください。
●製品の仕様および価格は品質向上の為、予告なく変更する事があります。
※PARTNER-ETは京都マイクロコンピュータ株式会社の商標です。
※LSIC-80はエル・エス・アイジャパン株式会社の商標です。
※Z-Visionは有限会社システムロードの商標です。
※MCS®は米国インテル社の商標です。

NEW 波長635nm:3mw・5mw, 640nm:3mw, 650:5mw　赤色レーザ素子新発売。

波長670nmの従来品より35nm短波長化した結果、視感度が8～10倍向上し周辺が明るくても赤色の光を視認しやすい。従来よりレーザ光の輝度が高く、明るい環境でも見やすくなった。

従来(670nm)のレーザ光は、周辺が明るい場合は見えにくいなどの欠点があった。レーザ光を遠くに照射したときに暗い赤色で確認しずらいために、5～10mWの光出力が必要とされていましたが、短波長(635nm)レーザ素子の使用により小さな光出力(0.9mW)で、明るい光学実験ができるようになりました。(目にやさしいレーザ光)

G1 ローコストタイプ

光パワーメータ付・レーザヘッド光源一式

- モデル：AT-PS・ミニレーザ電源は、レーザヘッドと光学実験レールセットから構成されています。この特長は、購入者がすぐにセットアップし目的の実験ができるように、活用ソフト付き取扱い説明書が図表入りで添付されている。
- AC100V電源トランスを使用したドロッパ方式電源
- 波長：635nm・光出力：0.9mWレーザヘッド付
- 各波長・光出力のレーザ素子を組込みできます。

■コリメータモジュールの動作電源として、電源本体内にレーザコントロール回路を内蔵したモデルも発売。

G2 購入後すぐにレーザ素子実験できるセット

各種レーザ素子の極性に対応したマルチ駆動電源

反射光のないスクリーン付レーザ実験セット一式

- ダイオードレーザドライバーは、米国メレスグリオ社製を使用し、レーザヘッドおよび、コリメータモジュール・光学実験レールセットなどはアプライド企画で製造し、購入者がすぐにセットアップし目的の実験ができるように、活用ソフト付き取扱い説明書が図表入りで添付されている。
- 駆動モード
- 低電流駆動モード(ACC)・定パワー駆動モード(APC)
- レーザ駆動電流変調モード
- レーザパワー変調モード

G3 簡易実験に便利

波長640nm

電池ボックス付ミニレーザヘッド

- 実験・移動に便利な6Vバッテリーボックスタイプ
- 単三アルカリ電池×4本
- 635nm：MINI-635F-06CB
- 640nm：MINI-640F-06CB
【光出力 0.6mW・電池ボックス付】

G4 波長635nm新発売

外径φ16×長さ120mm

ペンレーザ・ポインター

- スポットサイズ：
出射口より10m離れた地点でφ15㎜
- 重量：60g(電池含む)
- 単5アルカリ電池×2本
- 電池寿命：連続動作にて5時間
- ギフトボックス入り(プラスチック)

A3

波長635nm・11月発売

デテクタアンプヘッド

- ヘッド部分に、集光の光学系と受光素子・アンプ回路を組み込んだ製品です。
- デジタル出力は、11月発売予定。

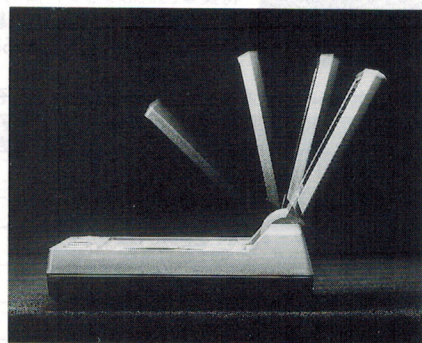
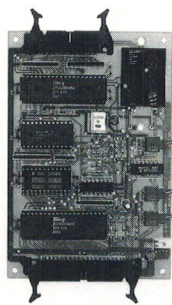
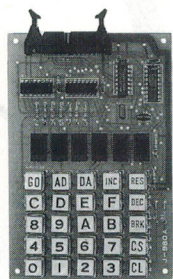
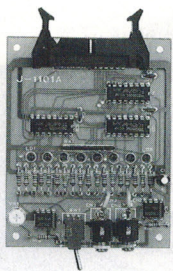
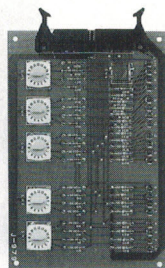
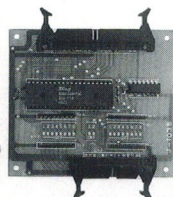
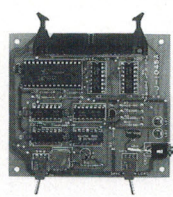
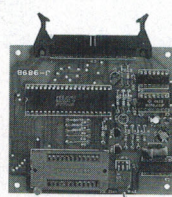
- 当社の製品には、仕様と活用ノウハウマニアル・先端レンズ各種一覧表等と取扱い説明書が添付されています。
- 特注品はお問い合わせください(FAXで仕様をお送り下さい)　■**各波長・光出力のレーザ素子を組込みできます。**

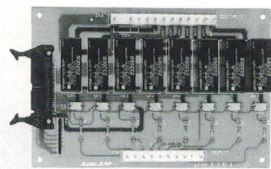
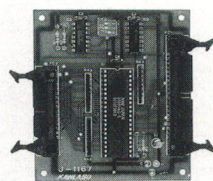
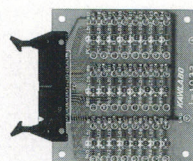
カタログ・資料のご請求は、電話よりファックス(**FAX：(0484)42-2037**)で依頼してくださるようお願い致します。
総合カタログは作成しておりませんので、カタログのご請求は、上記の製品名か略記号を列記して依頼してくださるようお願いします。

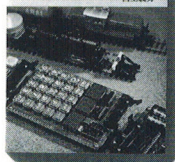
半導体レーザと光ファイバ応用機器の企画・製造販売

有限会社 アプライド企画

本社・工場：〒335 埼玉県戸田市中町2丁目3-16
TEL：(0484)33-1772㈹　FAX：(0484)33-1776
●地方代理店・取り扱店を募集中　●通信販売も致しております

エレクトロニクスライター
白土義男氏著"マイコン回路の手ほどき"をテキストとした

マイコン入門者用キット!!

CPUボード　モニタ・キーボード　I/Oポートモニタ　LED表示DMA

I/Oポート　カセット・インタフェース　ROMライタ

マイコン応用シリーズ
新たに追加

パワーインタフェース ¥14,200

I/OポートII ¥5,400

ポートチェッカ ¥3,200

日本放送出版協会刊
「マイコン回路の手ほどき」
白土義男著

マイコンを理解するための最高のキット

「マイコン回路の手ほどき」はメモリーに1アドレスづつ、モニタープログラムをDMAで書き込んで、モニターを動作させ、ROMライタを使用し、モニターROMを作るという、マイコンの基礎を理解するための本格的な内容です。しかし、部品の調達やユニバーサル配線など、めんどうな仕事も必要です。弊社では多忙な読者のために必要全部品を一式にしたキットを作成いたしました。

特長●回路はプリント板化されているので組み立ては簡単です。●エポキシガラス基板を使用した高級品です。●キットは著書に忠実に作られているので、著書と見くらべて作ることができます。

■I/Oポートモニタを含めたキットのシリーズとそれによって出来る実習の組み合せの例を示します。

	出来ること	ボードマイコン最小構成	モニタROM作成までの基礎の理解	I/Oを通して外部とのインタフェースを行う	アナログ回路とのインタフェースを理解する	マシン語のプログラムの制作実習	価格
CPUボード	Z80のマイコンシステムの中心部、メモリーのバックアップが出来る	○	○	○	○	○	¥11,700
モニタキーボード	キーボードを使用しプログラムのモニタ作成デバックが出来る	○	○	○	○	○	¥8,500
LED表示DMA	モニタがないときのプログラム作成、デバックが出来る		○				¥5,100
I/Oポート	外部との入出力に使用			○	○	※	¥7,200
カセットインタフェース	作ったプログラムをカセットに保存する		※	※	※	○	¥5,200
ROMライタ	自分でプログラムやデータをROMに書込むことが出来る		○				¥8,400
I/Oポートモニタ	I/Oポートのチェック、D/Aコンバータを自作しD/A、A/D変換の実験をする				○		¥4,400
書込みずみROM	自分でモニタROMを作る時間がない人のための既製ROM	△		△	△	△	¥3,000

※：あった方がよい　△：モニタROMを自作しない場合は必要　（税別）

科学実験で未来を見つめる

株式会社 河内研究所　本社：〒202 東京都保谷市ひばりが丘北2-5-18　工場：〒352 埼玉県新座市栗原1-3-13
問い合わせ先 営業所ショールーム：ケイポート〒352 埼玉県新座市栗原1-3-13 TEL.0424-75-2882

発行——日本放送出版協会

目次

口絵

特集

製作

エレクトロニクス

PICK UP 製品レポート

連載

アイデア対決・ロボットコンテスト全国大会［高専部門］

第５回を迎えた「アイデア対決・ロボットコンテスト（高専部門）」の全国大会が，'92年11月15日(日)，東京両国の国技館で盛大に実施されました。

この大会は，設定されたテーマに向けて，同一条件のもと，21世紀を担う全国の高等専門学校の若者達が，科学や技術の基本となる「創造力」を競い合う知的エンターテインメント・イベントとして年を追うごとに，ますます充実してきています。

この大会の模様は，ＮＨＫの正月番組として，１月３日に総合テレビで放送され，すでにご覧になられた方も多いと思います。

「目指せ！国技館」は，いまや，全国の高専学生の合い言葉になっているそうです。

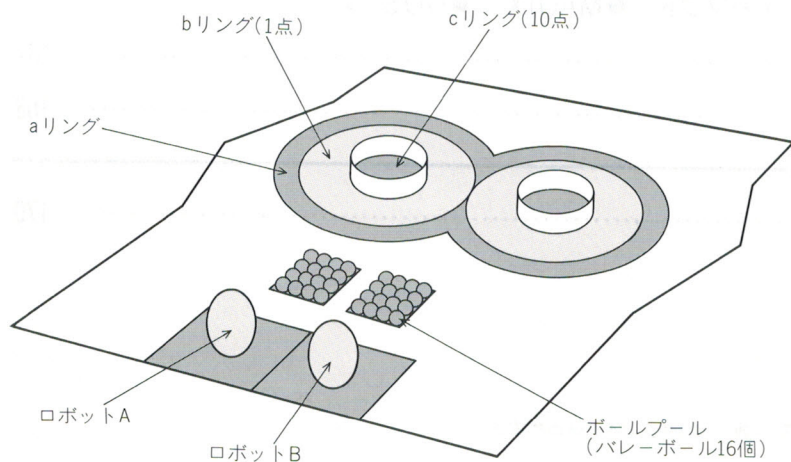
大会には，全国の高等専門学校62校から合計123チームが参加し，それぞれ，８ブロックの地区大会を勝ち抜いた精鋭31チーム，それに昨年も大健闘したインドネシアのスラバヤ電子ポリテクニックの特別参加を加えた合計32チームが，トーナメント方式で腕を競いました。

今回の競技テーマは，“ミステリー・サークル”と名付けられ，**図-1**のような形の競技場で，ボールプールに置かれたバレーボール（各16個）を，２分間の競技時間内に，三重になったゴールゾーンに入れ，そのボールの数で得点を競うものです。

また，ロボットには，あらかじめ共通の製作条件が決められています。例えば，ロボットを動かすエネルギー源は，ロボットに積載された単一マンガン乾電池に限られ，マシーンの重量は８kg以下，スタート時は縦横1.5m以内のゾーンに納まっていなければならない，費用は８万円以内…などです。

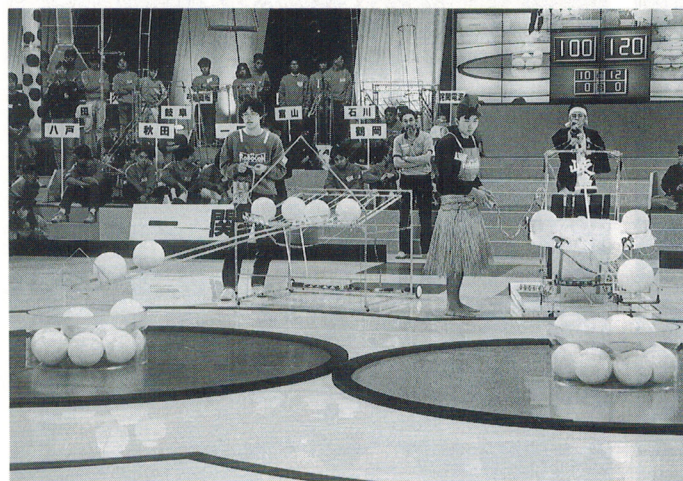
このような条件のもと，学生諸君が，それぞれに知恵を絞ったもので，いかに早く，しかも確実にボールをゴールゾーンに入れるかで，マシーン作りのアイデアと技術が求められるものです。

この大会の参加ロボットは，大きく分けて３つの種類に分類できます。その１つは，バレーボールを一気に持ち上げて，雨樋（またはレール）のようなアームを伸ばしてゴールに流し込むタイプ（**写真-1**）で今回参加の約60%を占め主流ともいえるタイプ，第２のタ

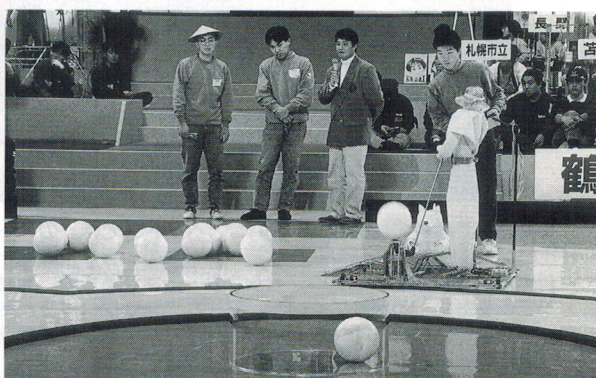
bリング（1点）
cリング（10点）
aリング
ロボットA
ロボットB
ボールプール
（バレーボール16個）

【図-1】ロボコン'92（全国大会）「ミステリー・サークル」の競技場の概要

イプは，ボールを打ち出して，床に一度バウンドさせてゴールにシュートするタイプ（**写真-2**）。第3のタイプは，ボールを1個ないし数個ずつアームの先で摑んでゴールに入れるタイプ（**写真-3**）です。

3つのタイプとはいっても，それぞれに設計や製作が異なり，また，チームカラーが出ていて，個々のロボットは千差万別？。例えば，ボールを流し込むタイプにも，優勝した一関高専の「ころころ君」に代表されるように，一度に16個のボールを取り込んでクレーンのように持ち上げるものと，ボールを1個1個本体に取り込み樋に流し込む方式（**写真-4**）などなどがあり，また，打ち出バウンド方式にもボールをゴルフのように打ってゴールゾーンに入れるもの（**写真-5**）やバレーボールのトスのようにボールを打ち出すもの（**写真-6**）などなど，さまざまでした。

このように，各チームのロボットには，いろいろなデザインや設計上の工夫が凝らされ，この大会

【写真-1】一気に16個のボールを取り込み，持ち上げてゴールに流す方式のロボットでともに決勝に進んだ一関と岐阜両校。

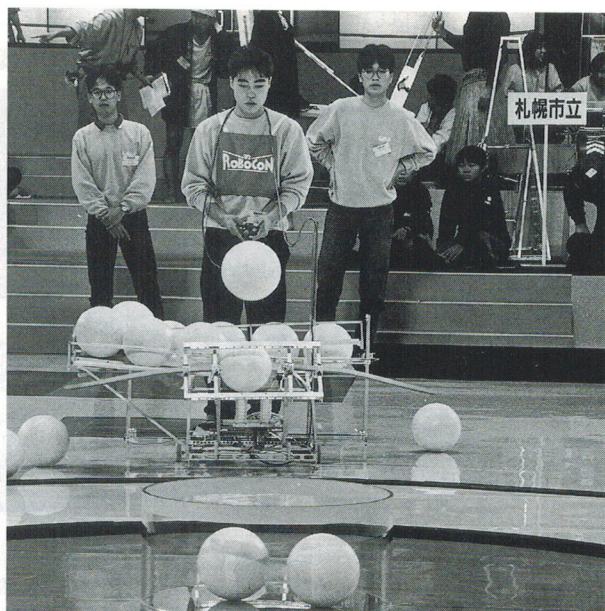
【写真-4】鳥羽商船高専の「だっくすきりん号」は流し込みタイプ。キリンの首に見立てたデザインで，子供のキリンの小機でボールを取り込むなど，設計・デザインともに凝っていた。しかし，1回戦でキリンの首の部分がcリングに接触して惜しくも失格負けとなった。「アイデア倒れ賞」授賞。

【写真-2】宇部高専とともにメンバー全員が女性の札幌市立高専はバウンドシュートタイプの「明日へジャンプ号」で全国大会に挑んだが，シュートが今一つで惜しくも初戦で敗退した。

【写真-5】鶴岡高専の「社長の愛犬号」。小犬の子機でまずボールを1個1個取って台に乗せこれをゴルフのクラブ状バットでシュートするタイプ。
勝敗を超越した？構造とデザインが人気を博した。「アイデア倒れ賞」授賞。

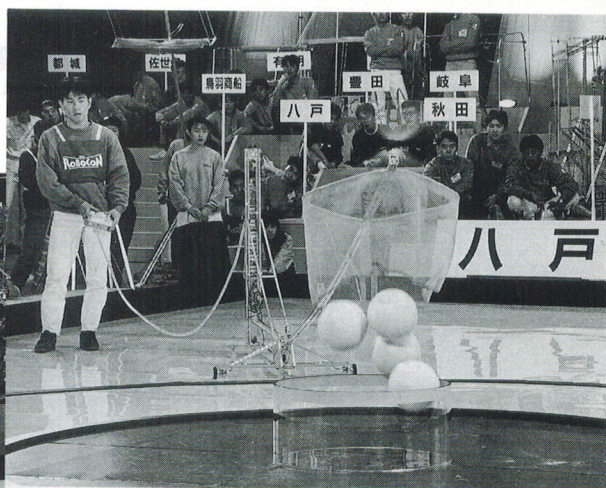
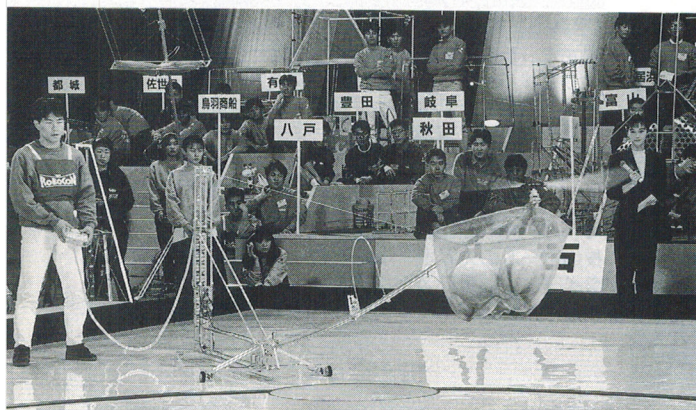
◀【写真-3】徳山高専の「ジャイアントアーム号」は，長いアームの先でボールを一気に3個摑みゴールするタイプ。1回戦でスラバヤに敗退したが，このユニークなアイデアと技術で「アイデア賞」に輝いた。

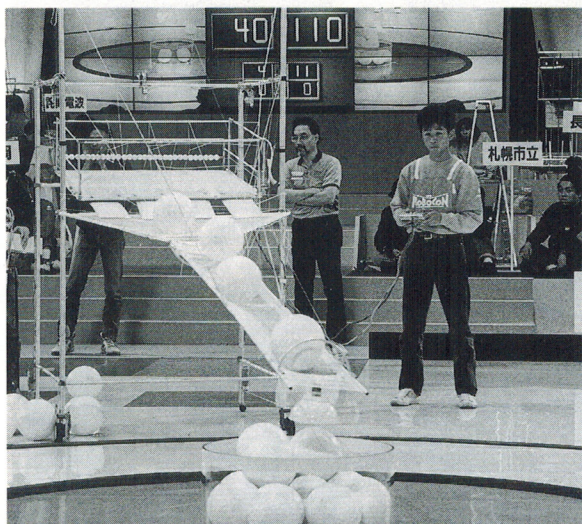
のテーマそのものである“発想の楽しさ”や“人間の可能性”が操縦者やチームのカラーとも解け合って観る者をたいへん楽しませるものでした。

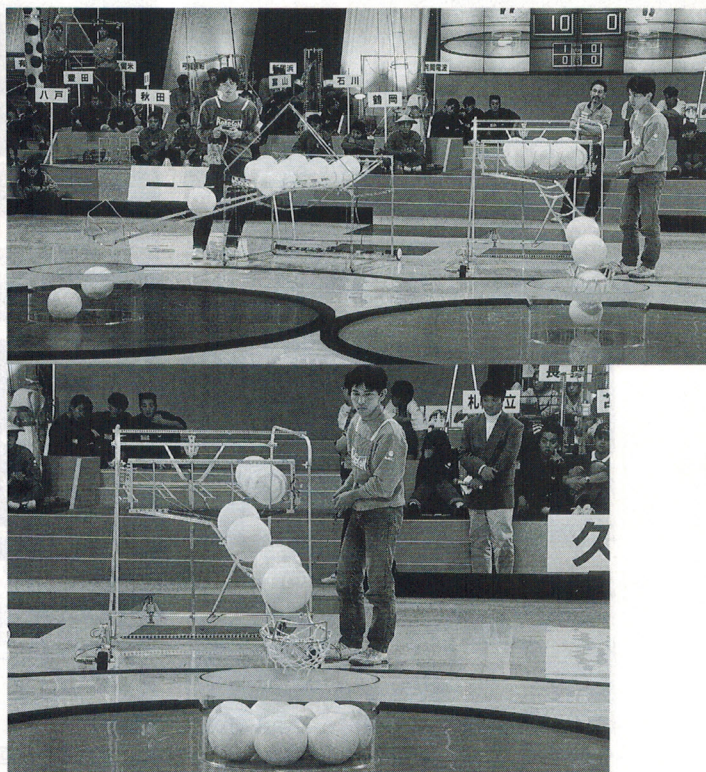
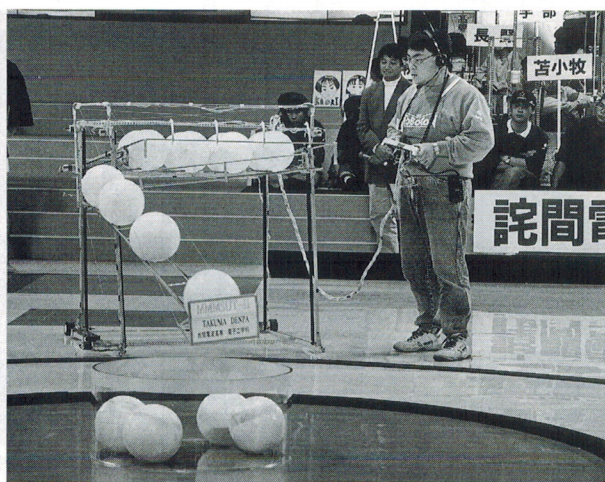
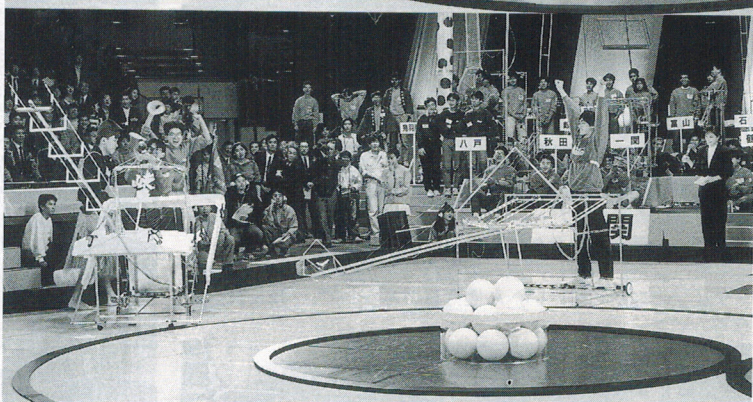
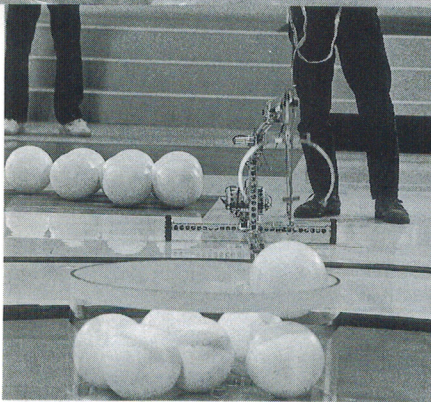
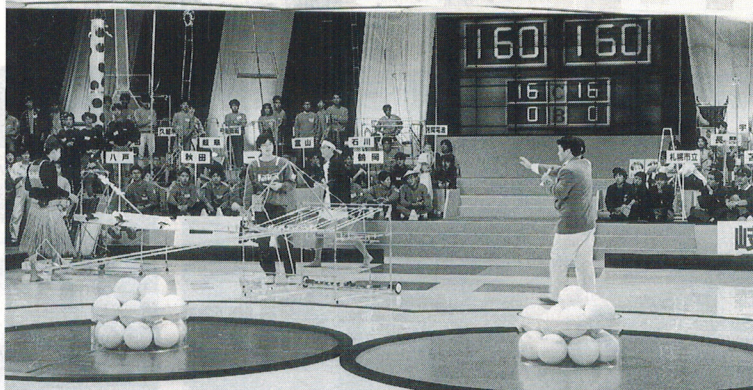
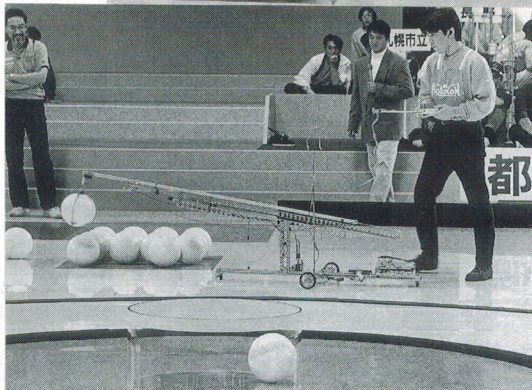
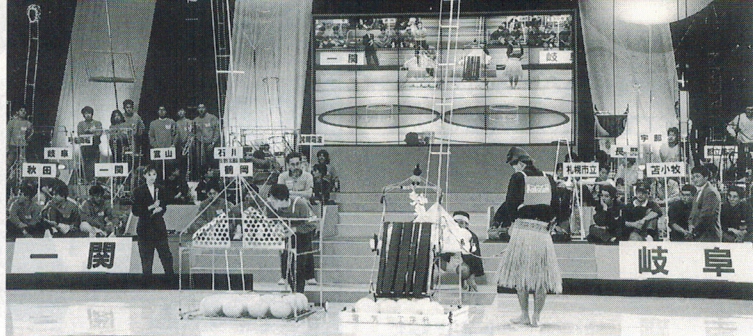
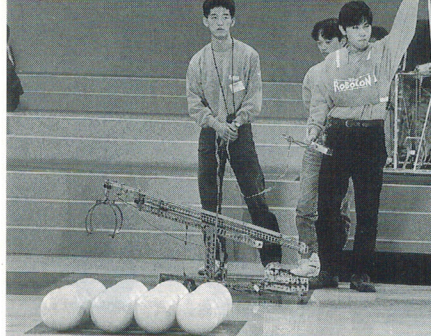
また，参加者のすべてが，勝利を念頭にロボットを設計したことに変わりはないとしても，製作チームのカラーや雰囲気を感じさせる奇抜なデザインのものがあるかと思えば，地方の大会では，全く無かった故障や操作ミスが，本大会で出てしまって空しく初戦で敗退するロボットなど，まさにマン・マシンシステムの面白さにも興味を感じました。

ここで参加ロボットの全部を紹介したいところですが，紙面の制限もあり，ベスト8に勝ち残ったロボットや初戦で敗退したが，設

▲ ボールをシュートしバンドさせてゴールにいれるタイプでベスト8に残ったのは佐世保と松江高専「はじめくん」の2台のみ。準々決勝では詫間電波の大量得点にかなわなかった。

◀【写真-6(左上，中】 ベスト8のうち5校までが，流し込みタイプ。その中でバウンドタイプの佐世保高専「Ten Point Shooter号」(左上) は全部のボールを棚に持ち上げてバレーのトスよろしくアームでオーバシュートするタイプ。「技術賞」を獲得しただけあって，正確でスピーディーなマシン。準々決勝で，流し込みタイプ／大量得点形のスラバヤ電子ポリテクニック(左下)に141対131(bリングに落ちた1球の差) で惜敗した。

▼▶ 八戸高専の「あみはるくん」は，ベスト8で唯一のアーム式。土地柄？を反映して発想もユニーク。写真のように投網で一気に数個のボールを捕獲？し長いアームでゴールさせるもの。写真では動いているため，わかりにくいが，アームの先にプロペラがあり，ボール運ぶときこれを回転させ浮力を付けて，ロボットの重量バランスをとるという凝った設計。「技術賞」を獲得した。

計技術や機能の高さ，優れたアイデアなどで審査員の目に留まり，それぞれの賞を得たロボットの一部を写真でリポートします。

▶審査員席

▲　有明高専の「ビグシューター号」は，１回戦で函館高専と対戦し，大量得点しながら最後にロボットが土俵に接地して失格負けした。しかし，ボールをバウンドさせてシュートするタイプのなかでもたいへん優秀なロボットで，「技術賞」を授与された。

▲　昨年も大奮闘した唯一の外国特別参加校。今年は，大量得点をねらって，流し込みタイプの「CARAKA XII号」で順調にベスト4になったが，優勝した一関高専に惜敗した。

▲　久留米高専の「ほいーとストンBRIDGE号」は，流し込みタイプ。１，２回戦とも大量得点をあげて勝ち進んだが，準々決勝で一関高専と対戦し，ボール１個がbリングに落ちて負けた。

▶　準決勝まで進んだ詫間電波高専の「MMM SUT-II号」も流し込みタイプ。準決勝で，岐阜高専に僅か１点の差（bリングに落ちた１球）れ破た。

▲大会の表彰式で，審査委員長の森先生より“優勝に勝るとも劣らない賞”との高い評価で「ミステリーサークル大賞」を授賞したのは都城高専の「ロジャームーア号」でした。

長いアームの先にボールを１個ずつ摑んでゴールに運ぶ数少ないタイプのロボットでしたが，非常に動作が早く，しかも正確で，ちょうど小鳥が餌をあさるように敏捷な動作が目を引いた。

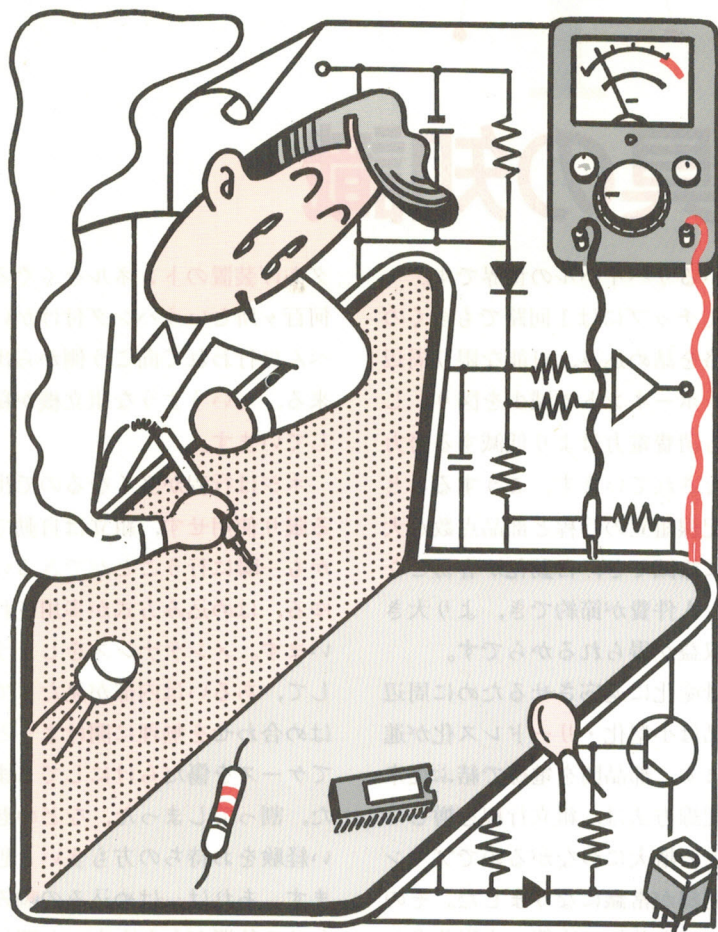
▲決勝戦は，今回の大会で主流を占めた流し込みタイプの２校となった。一関高専の「ころころ君」と岐阜高専「帰ってきたウカイコッコピヨピヨ丸２号」の間で息の詰まる熱戦が展開された。

２分間では両者とも満点の160点（写真-中）で，延長戦になった。結局勝負を急いだ？岐阜高専にミスが出て（写真-下），一関高専に全国一の栄冠が輝いた。

◀▲表彰式の模様

特集

ビギナーのための新しい電子工作基礎知識

企画／構成　西村　昭義

この特集は，これから趣味として電子機器製作を楽しもうと思っておられるビギナーの皆さんが，実際に製作をされるときに必要な基礎知識について，電子工作にはどんな工具が必要か・どんな部品があるのか・どのように配線し組立てればよいかなどについて，最近のエレクトロニクス事情を踏まえながらまとめたものです。

全体を５つの章に分け，１章には工具の知識・２章は部品に関する知識・３章では回路図を読み配線実装するために必要な実務知識について解説しました。

電子機器の製作では，他の製作と異なって必ず調整という作業工程が伴います。調整のための道具である計測器については４章にまとめました。

最後の５章では実際に簡単な製作を行って４章までの知識の補完をします。

この特集を，皆さんのエレクトロニクス製作の参考書としてお役立ていただければ幸いです。

1 工具の知識

ホビー工作と最近のエレクトロニクス事情

工具のお話をする前に，最近のエレクトロニクス事情についてすこしお話ししておきましょう。

困ったことに最近の電子工作は私たちアマチュアには，少しばかりやりにくいものになっています。

部品が非常に小さく従来の工具では扱いにくい・部品にリード線がない・規格や定数の表示方法がまちまちでよくわからない。ICやトランジスタなどもピンのピッチ間隔が極端に狭く扱いが難しい・種類が非常に多く選択に迷うほどなのに，市場寿命が短く再入手や代替え品の入手が保証されていない，などがその理由です。

なぜこんなふうになってきたのでしょう。

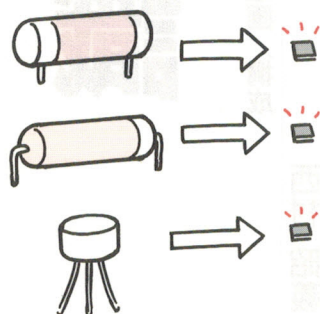
ご承知のように電子産業界は，多くのメーカーが時代の最先端技術を駆使して激しい競争を展開しているサバイバルの世界です。

ICチップには1回路でも多くの回路を詰め込み，可能な限り周辺コンポーネントの減少を図り，しかも消費電力はより低減する努力がなされています。こうすることで配線組立の行程と部品点数が大幅に節減でき，自動化が容易となり，人件費が節約でき，より大きい収益が得られるからです。

量産化に適応させるために周辺部品は小型化・リードレス化が進みます。部品間を電線で結ぶ従来の配線方法は，組立行程を増しコストの増大につながるのでプリント配線が常識になりました。そのプリント基板は次第に多層化される傾向にあり，中には5重や7重というような多重基板が用いられているものもあります。

組立現場ではICを含め，基板に部品を装着する仕事の多くは産業ロボットが行い，ハンダ付けも自動で，部品を搭載した基板がハンダあげ装置のトンネルをくぐると，何百ヶ所というハンダ付けがいっぺんに行われて向こう側から出て来る，というような組立機が稼動しています。

ネジは行程が多くなるので出来る限り使用せず，組立は自動でしかも一瞬に行うことができるいわゆる，はめ込み方式が多用されています。メンテナンスをしようとして，あるいは内部が見たくて，はめ合わせを無理に開けようとしてケースを傷だらけにしてしまった，割ってしまった，などの悲しい経験をお持ちの方も多いと思います。あれは，はめ込みの嚙み合わせの位置がわからないと開けられませんし，その嚙み合わせのポイントはメーカーでないとわかりません。ちょっとした道具も必要です。

部品のほとんどは，量産向けに適合するように製造されています。そして，部品は常に組立機械に更に適合するように改良され続けています。より効率的な自動組立機械が開発されれば，部品もまたそれに適合するような形に変わって行く，というわけです。工作がやりにくくなってくるのは当然の成行きと言えましょう。部品メーカーは，全消費の1％にも満たないアマチュア向けに部品を生産している訳ではないので，私たちが市

場で入手できる部品のほとんどは，機器メーカー向けに生産した部品の余り物です。

ですから，何時も同じ物が入手できるとは限りません。私たちが何か1台製作して，それがとてもうまく出来たのであと1台作ろうと同じ部品を買いに行ったら，もうその部品は売っていなかった，などはしょっちゅうあります。

しかし，扱いにくくなった・変化が激しいとは言っても，個々の部品そのものの電気的性能は一昔前とは比較にならないほど向上しています。それどころか今は，回路そのものを部品として扱う時代です。20Wもの高出力を持つ増幅回路までがIC化されています。

その電源も軽量小型にモジュール化されたものが市販されています。

メーカーの省力化・製造合理化の開発競争の成果を，私たちは何も労せずして手に入れることができるのです。

こんな結構な部品をジャンジャン利用しない手はありません。新しい部品に工具が馴染まないなら，その時は創意と工夫で解決すればよいことです。部品が小さいから，工具がないからなどと嘆かず，今こそキング・オブ・ホビーとも言えるエレクトロニクス工作を，おおいに楽しもうではありませんか。

工具の選択

物を作るのには工具が必要です。工具は，工作物とその工程によって最も適切なものを選択する必要がありますから，どんなものをどのような方法で作るかが決まっていないと選びようもありません。

私たちの電子工作は普通，図面などに基づいて部品を集め・これを基板上に取り付けて配線し・調整し・動作を確認し・必要ならケース入れして完成，という工程で行います。

部品集めを別にすれば，先ず基板作りです。基板は部品を取り付け，取り付けた部品相互間を配線によって電気的に結合し，機器として機能させる土台になるものですから，配線方法によってさまざまな形があります。

配線には簡単には，ラグ板という絶縁板上に端子が沢山ついた板を用い端子に部品を装着して行う，いわゆるバラック配線という方法から，プリント基板を用いた本格的なものまで色々あります。

ラグ板バラック配線では，配線材料にビニール被覆より線を使用するなら，この被覆を剝く工具・電線や部品のリードを切断する工具・曲げ工具などが必要です。

プリント配線であれば，基板材料を希望の大きさに切断する工具・プリントパターンを作り上げるためのさまざまな工具・部品を取り付けるための治具や補助用具・穴あけ工具などが別に必要になり，そしてどちらの配線方法でも必ずハンダ付けする工具が必要です。

そしてケース入れをするとなると，ドリル・センターポンチ・ニブラ・リーマ・パンチ・やすり・鉄切り鋸・万力などのさまざまな金属加工用具が必要になり，ネジ回し・ナット回しなどの組立工具も必要になります。

工具は専用でなくとも他の物で代用・兼用できる場合がかなりありますから，無駄のないように揃えましょう。そこでここでは，私たちの電子工作にはこれだけは必要，という汎用工具だけに限定して，調べておくことにしました。

趣味で物を作る私たちは，NC制御の工作機械や自動配線組立機械などは持っていませんし，持つ必

シリコン油

半導体と放熱板とのシーリング，レザー布のつや出し，機構部品可動部分の摩擦除去などの目的にシリコン油またはその応用製品が多用されています。

シリコンは魔法の砂と呼ばれるほど便利重宝なものですが，その物性については新しい材料だけにまだよくわかっていません。

きついナットやビスを取り外すときや，動作が硬く重くなった回転軸などはシリコン油をひと差しすれば嘘のように軽くまわるようになりますが，この性質を普通の油と同一に考えてはいけません。

「砂」と呼ばれることからもわかるように，シリコン油は小さな小さな硬い玉でこれが摩擦面に食い込んで転がるので軽くまわるようになるのです。したがってCDやビデオヘッドなどの精密機構の回転部などに用いると，そのときはよいのですがやがて摩滅してガタガタになってしまいます。

シリコン油を含んだ布でレンズなどを拭くと表面のコーティングが剝がれてしまうこともあります。シリコン油は万能ではありません。用途によって普通の油との使い分けが大事です。

要も全くありませんから，いわば前時代の手作り用の工具を使って配線は組立調整しなければなりませんが，私たちが入手できる部品は次第に自動化に適合したものに変わってきています。

もちろん，手作業組立時代の部品がなくなったわけではありませんし，東京秋葉原や大阪日本橋の電子部品店には新しいチップ部品などとともに，昔ながらの抵抗器・コンデンサ・トランジスタなども豊富に並べられています。ですから，古い部品の範囲内だけで回路構成するのならとくに工作に不都合は感じません。

しかし，能動部品に最新の高速・多機能・省電力のICやLSIをメインデバイスとして使用する場合は，手作業組立時代の部品との混成では電気的にも構成的にもバランスがとれなくて，見た目も性能もかなり見劣りするものしか出来ません。

例えば極超短波を扱う製作では，どうしてもUHFマイクロトランジスタやモジュールに見合うチップ抵抗・チップコンデンサなどのマイクロ部品が必須ですし，メモリーやシーケンス，多桁の表示などが必要な機器の製作では，使用するLSI専用の周辺部品を使用しないと配線の引き回しなどが恐ろしく複雑なものになってしまいます。

新しい部品はすべて自動組立機器に適合するように作られている部品ですから，小さく・薄く軽く・ひよわで手作り用の工具にはなじみがよくありません。新しい部品が工具になじまないとしても，部品がどのように様変わりしようとも，どうしてもその部品を使わざるを得ず，その組立配線には従来からの手作業用の工具しか使うほかない私たちであってみれば，扱いにくい・作業が面倒で能率が上がらない・治具(部品を加工したり取り付けたりするときの補助具)の工夫や自作が必要になるなどの苦労は我慢するしかありません。

でも，やってみればなんとかなるものです。幸い，趣味である私たちの製作では苦労も楽しみの一つです。時間もタップリありますし，納期をせかされたり人件費の削減に頭を悩ますこともないので，作業能率など問題にしなくてもよいではありませんか。必要な工具や治具は，既成品を購入しなければならないと決まったものでもありません。従来の工具を少し改造したり，自作したりもできます。要は工夫でアマチュア工作の醍醐味でもあるわけです。

必要な工具

私たちが電子工作を楽しむ範囲ではどんな工具を用意すればよいのか，とりあえずこれだけは最小限必要な工具と，あれば便利な工具に分けて並べてみました。

先ず，どうしてもこれだけは必要という工具ですが，ネジ回し・ニッパ・ヤットコまたは小型ペンチとピンセット・やすり・カッターナイフ・ハンダごて・ドリルを挙げることができます。電子工作の七つ道具です。

あれば便利という工具の方は，数え挙げたらあれもこれもと欲しいものばかりですが，最小限ということで並べてみると，被覆剝き・リーマ・面取り・アクリルカッター・ナット回し・万力・グラインダ・穴あけパンチまたはニプラ・ペンチ・鉄切り鋸・小たがね・きり・センターポンチ・タップとタップ回し・小ハンマー・紙やすり・切り出しナイフなどを挙げることができますが，主にどんな材料を扱うか，例えばアルミなどの軽合金か・プラスチックかなどでも異なってくるし，どのようなものを工作するのかでも違ってくるので，必要に応じてその都度少しづつ手に馴染ませながら買い揃えてゆくのがよいでしょう。

他の工具でも代用できるものや，使いもしない工具をいずれ使うことを予想して買い揃えるのは，無駄というものです。では，電子工作必須の七つ道具について眺めてみます。

ネジ回し

別名をドライバとも言い，トンカチとともにポピュラーで使用頻度が高く，だからもっとも普及している工具であり，どこの家庭にも必ず2・3本はあることでしょう。それだけに種類が多く，プラスマイナス別に大小長短，いったい幾種類あるのか見当もつきません。ネジ回しの種類がこんなにあるのは，工具メーカーが面白半分に種類を増やしているのではなく，ネジの種類がそれほど多く，ネジ溝の幅・長さ・深さそれにネジのある位置等によってそれぞれ適合するネジ回しを使い分ける必要があるからです。

私たちの工作には，使用頻度の高い2ないし4mm程度の範囲のビスネジを回すごく普通のものが2・3本あれば十分で，部品が小さいからと言ってメガネのレンズのねじを扱うのに用いる，通称「精密ドライバ」はあまり必要ありません。

一般の人はネジ回しなど，たった一本，一度購入すれば一生使えるものと思っています。しかし，ネジ回しは使用につれて刃先がわりと早く摩耗し崩れてくるので，本当は崩れる前に刃先を使用するねじ溝の幅に適合するように，常に整形しておく必要があるのです。刃先とネジ溝がピッタリ合っていないと，ネジのメッキに傷をつけたり，ネジの溝を変形させたりネジ山を崩したりしてしまいます。ひどいときには刃先がすべってネジ溝から外れ，力余ってきれいなケースやパネルに醜い深い傷を彫ってしまいガッカリします。素人工作は汚い・体裁が悪いなどと言われるのはこんなところに先ず原因があります。

ただし，私たちが刃先を整形できるのはマイナスネジ回しだけで，プラスネジ回しは整形が困難ですから摩耗するまえに新品と交換しなければなりません。ネジ回しは消耗品なのです。

柄の長さも重要です。一般に市販のネジ回しは皆長すぎます。小さなネジを回すネジ回しは大は小を兼ねたり，長は短を兼ねたりしません。奥まったところを締めはずしする作業以外は，できるだけ短く，握り柄は太いものが力が無理なくかかって使いやすいのです。

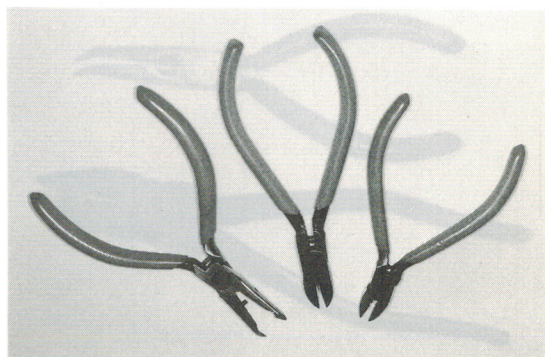
柄の曲がったネジ回しは使用しないようにしましょう。それよりも，無理な力を加えて柄を曲げない注意が大事です。

消耗して使えなくなったねじ回しのうち，柄が短く握り易いマイナスネジ回しを「小たがね」に作り替えておくと，プリントパターン上のハンダのこびり付き，樹脂の小さな突起などを削り取る必要があるときなどに便利です。マイナスネジ回しの刃先を，やすりで目的に応じて整形して作ります。ガスの炎で赤くなるまで焼いてからゆっくりさまし，焼きを戻して加工します。整形し終えたら再度真っ赤に焼いて，氷水などに突っ込んで刃先を急冷すると硬い焼きが入ります。仕上げは砥石で研いて刃付けします。この簡易な焼きなまし・焼き入れ加工法は，マイナスネジまわしの刃先のメンテナンスにも応用できますから覚えておきましょう。

メンテナンスなどのとき，ネジがどうにもこうにも緩まないで困ることがあります。無理をすると，ねじ山が崩れてどうしようもなくなります。締め付けのときに強い力のかかるプラスねじに多いのですが，このようなときは刃先がネジ溝にピッタリ合ったネジ回しを用い，左手でネジ溝に刃先をしっかりあてがい，右手の手の平で柄を上からトントンと2・3回強く叩いてから左手の手の平も添えて，強く押し付けながら右手で柄を握りしめて回すと緩みます。この間，左手で上から押し付けている力を絶対に抜かないことがコツです。

錆がきて硬くなったねじは，CRC(シリコン油)などをスプレーして30分ほど待ってから同じようにやります。

ネジ回しの一種に，トリーマやコイルのコアなどを回す用途の調整ドライバがあります。1本は欲

〈写真1-1〉
ニッパ

左端は精密加工用，中は普通のニッパ，右端はワイヤーストリッパ(電線の被覆剝き)機能を兼ねるもの

しいものです。なお，調整用具には調整棒というものもありますが，これは現在は殆ど使う機会がありません。

ネジ回しと同機能の工具にレンチがあります。ツマミを軸に固定するなど，比較的力のかかるところに使われている４角や６角のネジ溝を持つ押しネジを回すもので，押しネジはこれがないと締めることも緩めることもできません。レンチは，細い４角または６角の金属棒をＬ形に曲げたものです。これも溝の大きさや形の数だけ種類があります。

調整ドライバにも，レンチのように４角や６角のコアを回す用途のものがあります。ミリサイズの他に，インチサイズ対応のものも多く出回っているので間違えぬようにしてください。

ニッパ(写真1-1)

本来は単に電線を切断するための工具ですが，使い方によってはこんな便利な万能工具はありません。これこそ万能工具で，使用頻度がもっとも高い工具です。本業の電線切りはもちろん，電線の被覆剥き・パネルの孔明け加工・曲げ加工・器用な人はこれ一丁でねじ回し・ナット回しからピンセットの代用までやってのけます。筆者の友人は，そのような仕事の合間に爪切りから鼻毛切りまでやります。

ニッパも実に多くの大きさや刃先の形のものがあり，お値段も材質などにより千円位から一万円以上までと色々ですから，使用目的に適当なものを選択しなければなりません。使用頻度の高い工具なので，耐久性も考慮してせめて一丁三千円以上は張り込みたいものです。

スウェーデン製の輸入品は，切れ味・耐久性とも抜群ですが一万円では買えません。小型で刃先の小さなものと，中型のものと二・三丁あれば十分でしょう。

刃物ですから切れ味，特に先端部の切れ味のよいことがもっとも重要で，焼きが適当で刃合わせが正しく，薄い紙でもスパッと切れるものを選びます。焼きが硬すぎるものは刃こぼれしやすく，甘いと刃がめくれて全く使いものになりません。千円程度の安物ニッパは，焼きの甘いものが多いようです。

閉じた刃の嚙み合わせ部分を陽に透かして，スキマが見えるようなものはいけません。開きバネの弾力が快く，片手操作で軽くスムーズに操作できることが重要で，支点の硬いものはかえってすぐガタガタになります。

〈写真1-2〉
ピンセットとヤットコ

〈写真1-3〉
ペンチ(上)と
ラジオペンチ(下)

あまり役にたたないラジオペンチでも，このように先の曲がったものは細部加工に便利

ヤットコ・ペンチ・ピンセット(写真1-2・1-3)

ヘンな名前のわりには便利な工具のヤットコは，小さな金属片や部品のリード線の先端を曲げたり，ピンセットの代用やピンセットよりは力の必要な物をつまむなどの用途に用います。鍛冶屋さんが刀などを摑んで火の中に入れるのもヤットコですが，電子工作に使用するものは写真のようにごく可愛いヤットコです。

似たような工具に，名前からも形状からも便利そうだがあまり役

に立たないラジオペンチ(略称ラジペン)があります。ラジペンは真空管時代の遺物で，現在の電子工作にはかなり中途半端な工具です。ラジペンを買うなら普通の小型電工用のペンチのほうがずっとましで，小さな金属片の曲げ加工や，万力を使う程でもない保持用途に便利に使えます。

ヤットコやペンチで可変抵抗器やスイッチの取付軸のナットを締め付けると，滑ってその付近のパネルに傷をつけることがあります。また，ナットの山が潰れるとみっともないから，このような用途には小型のスパナまたはボックススパナ(ナット回し)を使用した方が良いでしょう。

ヤットコは工作対象に合わせて大・中・小と三丁揃えておくとよいでしょう。電子工作では，できるだけ先が細長くとがった小ぶりなものが便利ですが，焼きの甘いものはすぐ口がアングリと開いてしまったり先端がくい違ったりして使えなくなってしまいます。焼きが硬く支点のしっかりしたものを選びます。この品物は，電気工具店よりは七宝焼きなどの手工芸材料店で探した方が良いものが入手できます。

ピンセットも，駄洒落ではありませんが材質により「ピン」からキリまであります。持ちよく先端部が細く，つまみ上げる力の強いものが良いでしょう。意外とよく使用する工具です，電子工作に適したピンセットは工具店よりも医療器具を扱う店に行くと電子工作に最適な，細く先端がくの字形に曲がった丈夫なものが入手できますが高価です。

やすり

金属・プラスチック・木などを削る工具です。本来，金属用・プラスチック用・木工用ではそれぞれやすりの目が異なるので用途に応じたものを購入しなければなりませんが，私たちの場合は金属用一種だけで十分です。

しかし，ベークライト・プラスチック加工やアルミニウム・ジュラルミンなどの軟かな金属を加工するものと，鉄のような金属を加工するものとは別にして混用しないようにします。目詰まりしてチャラチャラとすべり，使用できなくなります。

ご承知でしょうがやすりはゴシゴシ前後にこすって使用するものではありません。前方に押したときだけ切れ，引いたときは切れません。目詰まりしたときは，ワイヤーブラシで強く目をこするときれいに詰まりを取り去ることができます。

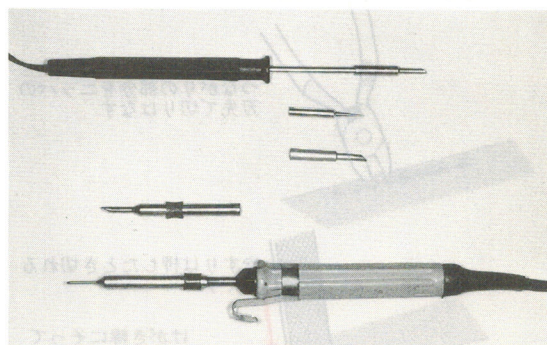
金属加工だけに限定してもやすりの種類は驚くほど多いのですが，私たちのような小工作には小型の「組やすり」という物が便利です。これにも５本組・８本組などのいくつかのサイズがありますが，どの組でもセットで求める必要はないでしょう。やすりはバラ売りが原則ですから，５本組のものなら丸・甲丸(こうまる)・平(ひら)・角(かく)の４種を求めればよく，他に三角がありますがこれは必要ありません。なお，組数の多いものほど細くなります。サイズは５本組が適当でしょう。

カッターナイフ

自作プリント基板のパターンを整形したり，ハンダ上げ不良やエッチング不良によるブリッジを切り離す・アクリルなどに線をえがく・絶縁紙や薄いビニールを切断するなど，ひんぱんに使用する工具です。

刃先の交換可能なもので刃に十分な厚みがあり，丈夫で刃先が細く，良く手になじんで持ちやすいものという欲張った条件で選択します。ナイフは，指先の微妙な動きを忠実に加工対象に伝えて行かなくてはならないものなので，この条件を満たすものとそうでないものとでは使い心地や仕上がりに雲泥の差が出ます。

文具店より皮革・七宝・木彫などの手工芸用品を扱う専門店(例えば東京では蒲田の「ゆざわや」など)で探すと良いものが入手でき

〈写真1-4〉
ハンダごて

上は12Vの電池で働く精密こてと交換チップ，商用交流のリークが問題になるようなハンダ付けに最適。下は英国製のIC専用こて，これもチップ交換ができる

ます。

ハンダごて(写真1-4)

電子工作を代表する最重要な工具で，誰でもエレクトロニクス工作といえば，真っ先にハンダ付けが思い浮かぶほどです。

ハンダごては，どちらかと言うとこてそのものの選択よりも，むしろ使い方の上手下手が工作の成否を左右します。そこで使い方については別扱いとして後章に詳細に述べておきました。

こての選択は使用対象に応じて，熱容量(W数)・チップ(こて先の加熱部分)の形状・コードの重さも考慮した持った時のバランス感などが判断の基準になりますが，最近の電子工作ではこの他に，こてのリークについて十分な注意が必要になります。

リークとは，商用交流(家庭にきている100V交流)がこてを通じて僅かに外部に漏れる現象のことです。こてを加熱するヒータとチップとの間は，雲母・セラミクスなどの耐熱絶縁体で電気的にしっかりと絶縁されている筈なのですが，これらの物質は実際には完全な絶縁体ではなくきわめて高い電気抵抗を持つ抵抗体なのです。

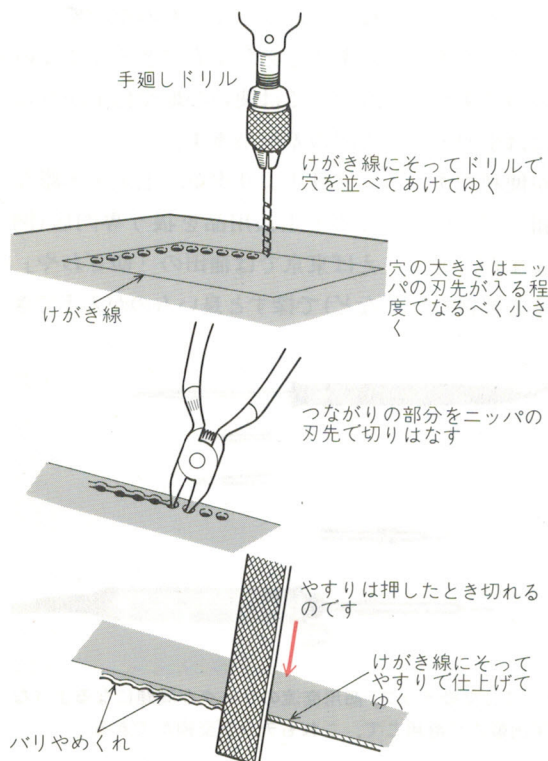
一般に電気抵抗は温度が高いと低下し，高温下ではそれが著しくなります。絶縁体内部に空気中の水分などイオン化傾向を持つ不純物が侵入すると，絶縁度の低下はさらに増幅されます。また仮に，無限大の抵抗値を持つ絶縁体でヒータとチップ間が完全絶縁されていたとしても，ヒータとチップ間の静電誘導は避けることができません。ヒータはコイル状になっていればもちろん，コイル状になっていなくとも折り返しなどの特殊形状でない限りはヒータから相当な交流磁力線が出て，チップをはじめ周囲の金属を貫通するので発電します。

ヒータとチップは絶縁物を介してコンデンサを形成しています。悪いことに，雲母やセラミクスはとても誘電率の高い物質です。誘電率とは何かについては第2章で述べてあります。このためコンデンサの容量が増大します。容量を通じて交流がチップに流れ出すのです。

つまりリークの原因は，ヒータとチップ間の抵抗・電磁誘導・静電誘導の三者がパラレルになったものです。良く作られたこてではリーク電流はきわめて僅小ですが，それでもLSIなどは絶縁度のきわめて高い薄い酸化膜上に高密度に回路が集積されているので，無視できない危険な値となることがままあります。

仮に電圧にして20～30Vのリーク電圧がハンダ付けの際，ピンを通じてLSI内部に侵入したとすれば(酸化膜の絶縁抵抗値は非常に高いので微小なリークでもこの程度の電圧が加わることは十分に考えられる)，膜表面の電界強度は単純な計算でも数万電子ボルト／㎠という驚異的な値に達し，瞬時にして膜は破壊してしまいます。

実際に筆者の知人の小企業で，孫請けに出した基板の全部のLSIが破壊されていたのに気づかず，納品先で発見されて大騒ぎになったことがありました。新しい部品の扱いに無知な孫請けが組立の際，リークの大きいハンダごてで，なんの疑いも持たず，したがって対策もせず組み上げたのが原因でした。

最近の私たちの工作ではLSIを扱

【図1-1】
窓あけの実際

うことが多いので，配線用のこてにはリークの少ない接地端子付きの15W前後のものが適当でしょう。できれば30W程度の熱容量の大きいものも別に1本購入しておくと，少し接合面積の大きいものをハンダ付けする必要のあるときなどなにかにつけて便利です。もちろん，どちらもチップには必ず酸化防止のコーティングがしてあるもの，そして簡単に交換可能なものを選択します。できるなら極細・ICはずしなどの色々な交換チップが用意されているものが良いでしょう。

こて先は意外に早く摩耗しますから，交換チップも一緒に買う条件で購入しましょう。あとでチップだけ買いに行くと品物が無いことや，取り寄せで長い期間待たされて不自由することがあります。

こてを実際に使うときは常に電源コードの一部を引きずるので，この重さが加わった状態でバランスのよいもの，柄が持ちやすいものを必ず手にとって調べてみて購入します。

ドリル

穴あけに使用する工具です。手回し式のドリルと電動式のドリルがありますが，プリント基板の製作のように一度に多くの小穴を穿つ必要がある電子工作には，電動式が便利です。

ドリルはバイト(刃)をくわえるチャックの精度が生命です。しかし手回し式も電動式も，街の工具屋さんで売っているドリルのチャックはあまり細いバイトを使用することまでは考慮していないので，2mm程度以下の細いバイトはほとんどが正確にくわえきれず，バイトのセンター(中心)がとれません。

センターがとれていないと(偏芯という)，回転時に刃先がすごい首振り振動を起こしブレのため予定より大きなひずんだ穴があいたり，振動で刃先がすべってポイントが定まらなかったり，材料が厚い場合はバイトが折れたり曲がったりします。もっとも，高速度鋼でできているバイトが曲がるはずがないので，もし曲がったりするのならそのバイトは焼きの甘い不良品です。材料に普通の鉄を使った安価な「木工用」というバイトもあるそうですから，購入時には必ず確認しましょう。

私たちの電子工作では，ケースパネルに可変抵抗器などを取り付けるための穴の径6mmくらいから，基板ランドに部品取付用の小穴をあける0.8mmまで程度の範囲のバイトを主に使用しますが，こんなに広い範囲の径のバイトをすべて正確にくわえることのできるチャックは，現実には製作が困難です。径に対応してドリルの回転数も大幅に変えなければなりません。太くなるほど大きなトルクが必要になり，低速回転にしなければなりません。このように広い範囲の径では回転も一速で兼用することは無理なのです。

そんなわけで私たちの使用するドリルは，プリント基板に部品挿入用の小穴をあける用途のものと，ケース加工やねじ穴加工などの用途のものと2台そろえておくのがベターです。2台といっても，前者は比較的安価に基板メーカーなどから専用品が売られているし，自作もできます。後者は使用頻度が少ないですから，手回し式で十分なのでそんなに費用がかかるわけではありません。筆者の基板加工用のドリルは，**写真1-5**のようにすべて自作品です。

〈写真1-5〉
自作したミニドリル

バイトの取付け部は右端のようなチャックバイスや金具を利用して作る。モータは直流機，左2個は車のワイパーモータ，右の2個はテープレコーダ用のモータ

バイトは使用につれて摩耗しますがベーク基板ならパターンの規模にもよりますが，50枚やそこらは充分に耐えられるので工作の頻度にもよっては固定式でも2・3年は使えます。ただし，ガラスエポキシなどの硬い基板を加工すると消耗は早くなります。

ドリルを用いて，金属板やプラスチック板に比較的大きな丸穴や角穴をあける(窓あけ)方法を**図1-1**に示しておきます。

2
部品の知識

工作をするためには，使用する部品についての知識が必要です。しかし一口に部品といっても，私たちの電子工作に使用する部品だけに限定したとしても，その種類は実に膨大な数です。

中でも半導体とその応用部品は日進月歩どころか，秒進分歩と言ってよいほどのめまぐるしさで次々と開発改良され続けています。今や電子部品の種類は銀河の星の数ほどある，と言ってもそんなにオーバーな気がしません。

ここでは，電子工作をするうえに必要な取扱の常識だけに限定して，ダイジェスト的に解説したいと思います。

能動部品

トランジスタ・ICなど，電子回路中にあって増幅・発振・位相反転などのアクティブな動作をする部品を能動素子(または能動部品)と言います。これに対して，いわば脇役的な働きをする部品を受動素子(または部品)と言い，抵抗器・コンデンサ・インダクタなどの電子部品がこれに相当します。この他にスイッチなどの機構機械部品があります。電子回路はこれらの組み合わせから成り立っています。

一口に能動素子と言っても，トランジスタ・FET・サイリスタ・UJTなどの単体機能素子や，それらを複数個接続または集積した複合機能素子，さらには受動素子も組み込んで特定の機能を持つ回路に集積したIC・LSIまで，私たちアマチュアが電子工作に利用する素子はきわめて多岐にわたります。ここでは，単体素子とICに分けて調べます。

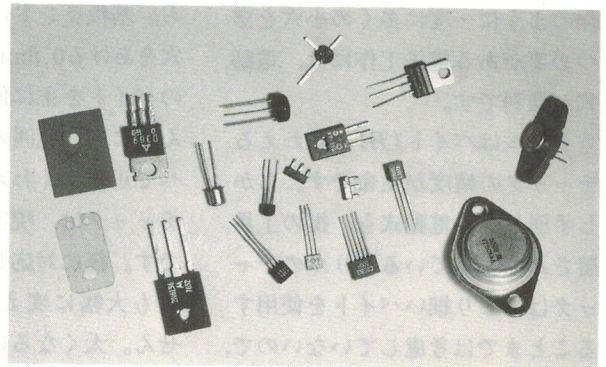
単体能動素子

上述したように単体能動素子には多くの種類がありますが，ここでは単体素子の代表としてトランジスタとFETだけに限定して解説します。トランジスタもFETも，半導体を代表する能動素子ですが現在はICの中に潜り込んでしまい，以前のように単体のままで回路中の主役として活躍する場はかなり減少しています。それでもまだ相当数が使用されていることは，92年現在，市場に流通し利用されている品種が約5000種にも上っていることからもわかります。その形状の例を**写真2-1**に示します。

トランジスタは基本的にはエミッタ・ベース・コレクタの3本足の電極を持つ素子です。

ごく普通の小電力用トランジスタは，5mm角ほどの黒いパッケージに封入され，容器表面に型番・ランク・製造ロット番号などが略記されており，3本の電極リードが引き出されています。リードの電極接続には統一性が全く無く，品種により，メーカーにより皆異なります。したがって，どのリードがコレクタかベースかは，規格表やデータシートのピン接続図を見ないとわかりません。

トランジスタはN型半導体とP型半導体をサンドイッチ状に重ねたものなので，構造的にNPNとPNPの2種のタイプがあります。型番の付け方と見分けはNPN型の高周波用は2SC＊＊＊，低周波用は2SD＊＊＊，PNP型の高周波用

〈写真2-1〉
色々な形の
トランジスタと
FET

左端は放熱用のマイカ(雲母)板と，その上がサーコンゴム

は2SA＊＊＊，低周波用は2SB＊＊＊である，とJISにも規定があります。

しかし，実際にはそんな区分はあるのかないのか，現実の製品では例えば2SC3078というフルネームをC3078などと簡記してあるのはまだよい方で，Cを省略して3078，更に省略して78などとロット番号と見分けのつかないもの，メーカー独自の命名とか，ペイントをポチッと塗って色で型番を示しているものなども多くなっています。

トランジスタの消費の99.99％以上は，大量まとめ買いの機器製造メーカーですから，梱包やデータシートに記載があれば個々のトランジスタにまでいちいち型番など記入しなくとも，一向に差し支えないのです。それよりも，事故などの際に照合する必要のあるロット番号の方がもっと重要です。半導体メーカーは，アマチュアの消費市場など全く問題にしていません。

それに，トランジスタも他の電子部品と同様にますます形が小さくなって行きます。一方では次々と新製品が開発されるので，このままでは型番号も3桁から4桁へと増えたように，やがては5桁になるかもしれません。スペースがますます小さくなるのに印字の数が増えるのですから，簡記や省略してしまうより仕方がありません。

C型より高い周波数まで動作するD型トランジスタがあると思えば，B型よりも高周波性能の悪いA型トランジスタもあります。新しいテクノロジーで作られたトランジスタは，以前のものに比較すれば性能は格段に優れていますからこのようなことは当然起こり得ます。

またこの第3位記号は半導体の種類，例えばJ・KはFETを表していますが，なぜかFETには高周波・低周波の区別記号がありません。この他にもFはSCR，Mはサイリスタを表すというように色々規定されていますが，新種の半導体素子が次々と開発されて記号が満タンになったらどうするのでしょう。

トランジスタでもパワーが大きく発熱量の多いものは，プラスチックパッケージの片面が金属片(タブ)になっており，タブに放熱器を取り付けたりケースの金属などにねじ止めして放熱冷却して使います。放熱タブはコレクタ電極を兼ねている構造のものが多く，必ず絶縁にして取付けなければなりません。これを忘れると回路をショートさせてしまい，関連する部品を焼損することがあります。

絶縁に使用する材料は熱に強く，かつ熱の良導体でなければなりませんから，マイラフィルム・サーコンゴムなどにシリコングリース油を塗って用います。このように，最近では電子部品を扱う上で色々な化学製品のサポートが必要な場合が多いので，この方面の知識も勉強しておかなければなりません。

パッケージで最近多くなってきたのが，組立自動化に対応するように作られたフラットパッケージです。ミニモールドなどと呼ばれるパッケージもあります。これらのトランジスタは2×5mm，厚さ1mm程度の吹けば飛ぶような小さなプラスチック容器にモールドされており，電極はリード線の代わりに長さ2mmにも満たない端子片が引き出されているだけです。小さいだけに，上手に扱えば高密度のシステムを構成することができますが手作業には馴染みにくいことはなはだしいものがあります。しかし，ICと異なって端子数が少ないので蛇の目基板のランドのパターンを自作するなどの色々な工夫をして，組立基板上に自分なりのマイクロテクニックを展開するのも楽しいことです。

FETもトランジスタの仲間で，N型とP型があること，基本的な電極数・動作電源電圧・形状・パッケージの種類などはほとんど似

ミニマウント

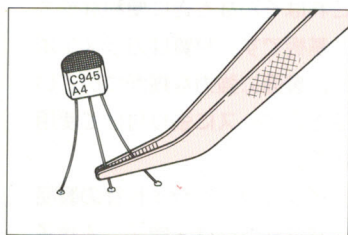
製作した基板，またはキット基板などにあとから小回路や部品を追加したいことがあります。

これはそんなときに便利なミニミニ基板です。材質はガラスエポキシ，裏面に強力な糊がついていて空きスペースに張り付けて使用します。

ドイツのウエンライト社の製品で，パターンには2端子，4端子，6端子，DIPなどいろいろなものが用意されています。

ていますが，その構造や性質・動作は異なります。トランジスタのベースに相当する電極をゲート，エミッタをソース，コレクタをドレインとそれぞれ呼んでいます。トランジスタとFETの大きな相違点は，FETが電圧動作型の素子であるのに対してトランジスタは電流動作型の素子であることです。トランジスタは動作インピーダンスが低く，FETは動作インピーダンスが高いのです。もちろんこれは一般的な比較であり，回路の工夫によっては逆転させることも可能です。

また，これも一般的な比較ですがトランジスタは概して高速な動作に向いており，FETは低速です。しかしトランジスタが及ばないようなGHz帯の超高周波回路に，ガリウムひ素FETが活躍しているなどの例外もあります。素子が扱う電力が同じなら，動作インピーダンスの低い回路では流れる電流は大きく，その分，回路電圧は低くなります。インピーダンスが高い回路では回路電圧も高くなり，相対的に電流は少なくなります。また，どちらかと言えばインピーダンスの高い回路は高速動作には不向きで，低い回路ではその逆です。

半導体は熱にひ弱だという通説があります，しかしトランジスタがゲルマニウムテクノロジーで作られていた時代ならいざ知らず，現在のシリコントランジスタは熱にはかなり丈夫になっており，熱的に注意が必要というならマイクロ部品のコンデンサや抵抗器などの部品についても同じです。

【図2-1】 熱にデリケートな部品は，ピンセットで放熱しながらハンダ付けする

ハンダ付けの際は半導体に限らず，部品全体について無用の加熱をしないように注意を払うのは当然です。熱容量の小さなデリケートな部品をハンダ付けするときは，ピンセットで**図2-1**のように端子リードを強くつまんで放熱を図ってやります。こうすることで，フラックスやペーストがリードを伝わってパッケージ内部に侵入するトラブル(フラックス上がり)も防止できます。

IC

ICは能動部品と受動部品を一個のパッケージ(容器)の中に集積し，特定の機能や目的を持つ回路を構成したものです。市販ICの例を**写真2-2**に示しました。

電子回路は無数に考えられるし，目的や規模に限りがないのでICの品種もまた無限に多くなってゆきます。ICの製造業界は，次から次と新しい機能や回路のICが開発発表し，今日，最新鋭最高性能の唄い文句で登場したデバイスも，明日は旧式陳腐なものとして捨て去られるという，電子部品のなかでもっとも新陳代謝の激しいサバイバルの世界です。

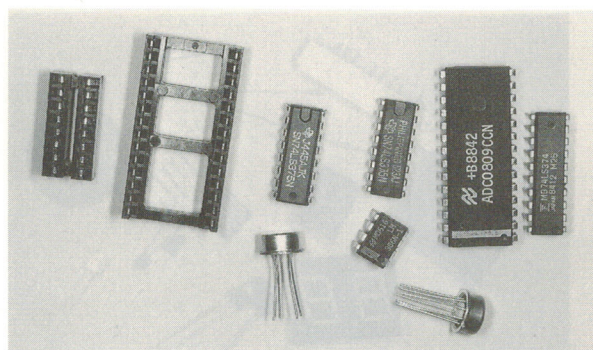
ICのうち，特に集積回路規模の大きいものをLSIと呼ぶことがあります。ICは外見的にはプラスチックのパッケージから端子リードが出ているだけのブラックボックスですから，規格・ピン接続図・応用回路例がないと全く使えません。回路が規格化され，一般に公表されていて常備的に市場在庫がある品種だけに限っても，1992年末現在で約８万種が流通しているとのことです。恐ろしい数です。

ICには，機能別に大きく分けて，リニア用とディジタル用があります。また，この中間に位置し，どちらともつかないものにインタフェースやバッファ・ドライバ用があります。

内部回路を構成する能動素子別には，トランジスタなどのバイポーラ素子を使用したものと，FETのようなユニポーラ素子を使用したものがあります。バイポーラICの仲間には，基本構造がすこし異なるI^2LというICもあります。

バイポーラ構成のICの典型はTTLで，テキサスインスツルメンツ社の74シリーズと呼ばれるディジタルICが有名です。一方ユニポーラ構成のICでは同じディジタルICのCMOSがあり，モトローラ社の14500シリーズが有名です。

構成素子の性質からTTLは動作インピーダンスが低く高速で，CMOSは動作インピーダンスが高く比較的低速である，とされてきました。しかし，最近のCMOS ICはとくに高速化の方向に進化しており品種によってはTTLと同等以上のハイスピードのものも存在するので，いちがいにCMOSはTTLに比較して遅い，と言うことはあたらなくなっています。

動作インピーダンスが低くとも，高速のICは回路を構成する敷線が長かったり細かったりすると容易

〈写真2-2〉
各種のIC

左のように２列に並んだピン配置のパッケージをDIP(デュアルインラインパッケージ)と呼ぶ，Ｉ列だけのものはSIPと言う。右はDIPのソケット。上の丸い缶にパッケージングされたものはキャンタイプと言う。ICのパッケージにはこの他フラットパッケージなど，さまざまなものがある

に振動や電圧降下が原因するトラブルを生じやすく，動作インピーダンスの高いICを搭載した回路は隣接する回路や周囲の電磁気や電磁波・静電気の影響を受けてトラブルを生じやすいようです。

ディジタル回路は，そのロジックさえ間違っていなければトラブルは起こりようがないから安心だ(部品配置・配線は多少ルーズでもよい)，などという方がいますが残念ながら絶対にそんなことはありません。ごく普通のスピードのICでも，配置配線上はおよそ100MHzの超高周波アナログ回路と同等に扱わなければ，容易にトラブルを発生するおそれがあります。

また配線は，ロジックの変化の瞬間的な最大電流にも電圧降下を生じないだけの十分な太さが必要です。敷線に抵抗があると，敷線間に電圧降下によるロジック電流が発生して回路は誤動作します。一度このようなトラブルに巻き込まれると，アナログ回路のようにコンデンサによるバイパスなどの応急措置程度では全く効果がなく，プリントパターンでは作り直しをする以外に方法がなくなります。

受動部品

ダイオード

基本的には，２端子を持つ電流一方通行半導体素子です。ＡからＢへは電流を流すことができるが，ＢからＡへは流れないという機能があります。「基本的には」とお断わりしたのはダイオードの種類は多く，中には一方通行機能を持たないものさえあるからです。

３端子ダイオードはユニジャンクショントランジスタとも呼ばれますが，トランジスタのような３端子素子でありながら，構造的には２端子のトリガダイオードなどと言うものもあるので混乱してしまいます。

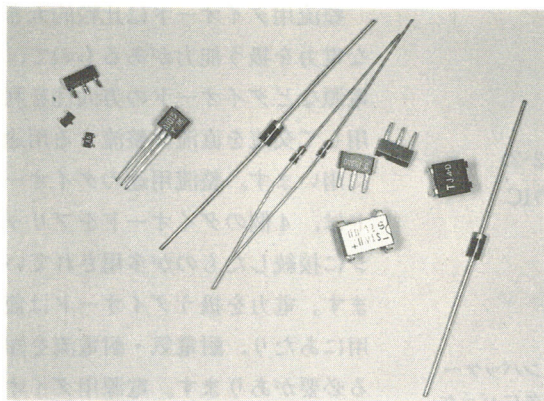
最近の部品，とくに半導体部品は呼び名さえ覚えきらないうちにまた別の新しい素子が登場するのでたまりません。数あるダイオードの品種の中で，私たちが製作によく使用するのは，整流用ダイオード・信号回路用ダイオード・発光ダイオード(LED)などです。

整流用ダイオードは比較的大きな電力を扱う能力があるもので，電源などダイオードの方向性を利用して交流を直流に整流する用途に用います。整流用途のダイオードは，４個のダイオードをブリッジに接続したものが多用されています。電力を扱うダイオードは使用にあたり，耐電気・耐電流を知る必要があります。電源用ダイオードの一種にツェナーダイオードという品種があり，簡易な定電圧を得る目的に使用します。

信号回路用は主としてスイッチ的な用途に用います。電力的には小さく，形状も小型で，数個のダイオードをまとめたダイオードアレーなどもあります。しかし，信号回路用ダイオードだから整流には使えないとか，整流用だからスイッチに使えないなどという限定されたものでもありません。ダイオードの仕様規格が使用目的に適合したものであればよいのです。

信号回路に用いるダイオードは，用途によりリーク(逆方向への洩れ電流)や回復時間・接合容量などの規格を知る必要があります。

発光ダイオードは，電流を流すと可視光や赤外光を発光するものです。可視光には現在，赤・黄・緑の３色があり，最近青色が登場してきました。

点灯に必要な電圧は，赤黄緑の順に高くなりますが3Vを越えることはありません。LEDはダイオードですから，必ず電流制限用の直列抵抗をつないで使用しますが，その抵抗値はLEDに２～10mAの電流が流れる値とします。流す電流が大きいとLEDは過熱して壊れます。

〈写真2-3〉ダイオード
左端の3本足4個はトランジスタ。あとはすべてダイオード

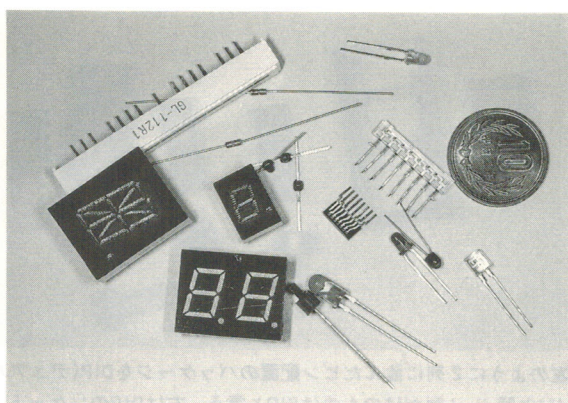
〈写真2-4〉発光ダイオードいろいろ

レーザー光を発光するものもあり，これはレーザーダイオードと呼ばれる特殊なものです。可視光は主として表示用途に，赤外は不可視の特性を利用してリモートコントロール・測距などの用途に用います。

発光ダイオードをセグメントの中に組み込んだものがあり，7個の日の字形のセグメントを持つものは数字表示器としておなじみのものです。更に複雑な文字を表示するために16・35・63などのドット(点)セグメントを持つものもあります。多くのセグメントを持つ表示器や多桁の表示器では，点灯電力節減と回路構成上の簡易化を図ってダイナミック点灯方式と言う専用ICドライバで点滅を高速で繰り返し，目の残像作用を利用して必要な数字や文字を見る方式を採用しています。

色々なダイオードを**写真2-3・2-4**に並べて見ました。

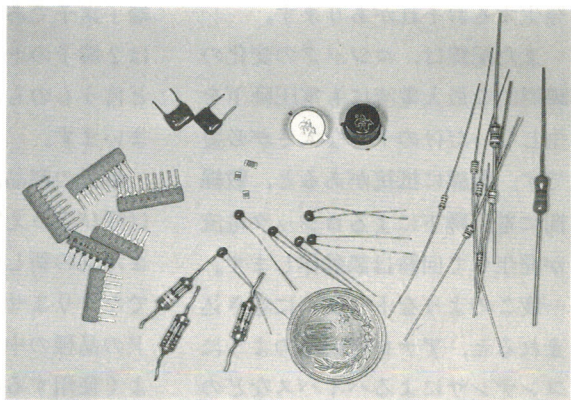
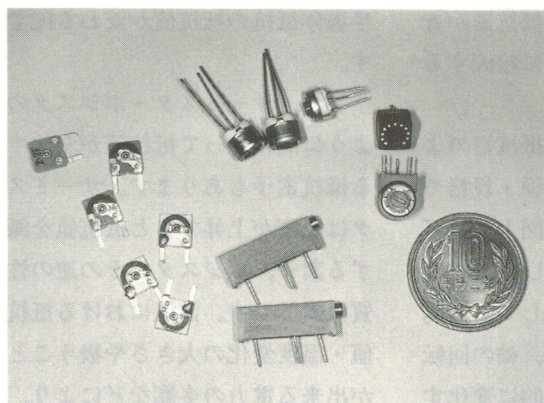
最近のパーツ

抵抗・コンデンサ・インダクタは，もっとも数多く使用される部品です。一昔前なら，少しの経験があれば部品を一見しただけで，これは抵抗器，これはコンデンサなどと形状からすぐ識別がつきました。

ところが最近では，一見コンデンサ風で実は抵抗器とか，一見抵抗器だが実はインダクタなど，外見からは全く識別不能なものが多くなりました。定数の表示も同様です。表示がない，あっても省略してあるなど折角覚えたJISカラーコードも役立たないことが多くなってきました。

これは部品が超小型化やチップ化して，数値やカラーコードなどを標記するスペースが無くなったことと，個々の部品に定数を標記しても自動組立配線には何のメリットもなく，その分コスト高になるだけだからです。トランジスタと同じ様なことがここでも起っています。もちろん，100個・1000個などの単位の容器や袋には型番・定格はきちんと記載されていますが，個々の品物にまでは表示がされてないので1個・2個とバラ買いをする私たちは困ってしまうのです。面倒でも購入時に個々に小袋に入れて貰い，その場で品種・規格・定格などを袋に記入しておかないと，日時が経過するにつれてどれがなんだか解らなくなくことがあります。

抵抗器

抵抗器には抵抗値固定のものと可変できるものとがあります。抵

〈写真2-5〉
抵抗器

大きさの比較のための10円硬貨の上がタンタル抵抗器，その上の小さな方形体はチップ抵抗，キャンに封入された抵抗器やガラス管に入った抵抗もある

〈写真2-6〉可変抵抗器
ここに掲げたものはすべて半固定可変抵抗器，基板に搭載するもの

【図2-2】代表的な抵抗器の構造

抵抗器の基本的な構造は，抵抗体の両端からリード線を引き出しただけのシンプルなものです。

抵抗体にはそれ自体一定の抵抗値を持つ固体のものと，磁器などの絶縁の表面に抵抗物質を塗布し，この上から螺旋状の溝を切って所要の抵抗値に仕上げたものとがあり，前者をソリッド(固体)型，後者を皮膜型と呼んでいます。更にこの上に絶縁物質を塗布し，定数などを印字表示して製品とします。

写真2-5は固定抵抗器，**写真2-6**が可変抵抗器の外観，**図2-2**は代表的な抵抗器の構造です。

抵抗値可変のものは，抵抗体上を摺動片を接触移動させることで抵抗値を変化させる構造になっています。

抵抗の単位はご承知のようにΩ(オーム)で，Ωの他にもΩの10^3倍のkΩ，10^6のM(メグ)Ω，10^{-3}のm(ミリ)オームが実用されています。M・k・mのような記号のことを単位用語で接頭語と言います。

抵抗値は0.1Ω程度の低抵抗から数10MΩの高抵抗値のものまで，抵抗材料にはカーボン・金属皮膜・タンタルなどが使われており，流すことのできる安全な電流の多寡により，また大きさなどによっても無数と言ってよいくらいの種類があります。

抵抗器を実際に使用するときは，抵抗値だけでなく，その抵抗に安全に流すことのできる電流を知っておく必要があります。これはその抵抗が熱損失として常温(普通25℃)で耐えられる電力で規格ではWで表し，抵抗のワッテージと呼んでいます。

抵抗器の形状は，細長い円筒状の抵抗体の両端からリード線を引き出した基本的な形のものが一般的です。この抵抗器の帯状のカラーコードを，**図2-3**にまとめておきました。

抵抗器にはこの他にも箱状のもの，円盤状のもの，リード線のないもの，ICと同じDIPやSIPのパッケージに入ったものなどがあります。とくにリード線のないチップ抵抗は，チップコンデンサと全く色も形も同じで何の標記もありませんから，単体では見分けもつきませんし定数も全くわかりません。

今もいわゆる一般的な形の抵抗は売っていますから，超高周波のバイパス用途など特別の目的がない限り，チップ部品は私たちの製作からは敬遠したほうが無難です。

抵抗器は回路図上では短いギザギザの鋸の歯のようなシンボルで表し，この側に抵抗値が書いてあ

第1，第2色帯の色と数字		乗数	許容差	おぼえ方
黒	0	0		黒い礼服
茶	1	10^1	±1%	茶を一つ
赤	2	10^2	±2%	赤の他人
オレンジ	3	10^3		オレンジみかん
黄	4	10^4		岸恵子（すこし古いかな？）
緑	5	10^5		みどり児
青	6	10^6		青二才のろくでなし
紫	7	10^7		紫七(式)部（かなりこじつけ）
灰	8	10^8		灰
白	9	10^9		ホワイトクリスマス
金		10^{-1}	±5%	
銀		10^{-2}	±10%	
無色			±20%	

【図2-3】抵抗器の抵抗値，許容差を表示するカラーコード

ります。しかし抵抗の耐電力(ワッテージ)までは普通は書いてありません。そのくらいのことは，回路を流れる電流を考えて自分で判断しろ，ということでしょうが，これはビギナーにとってはいささか酷なことです。1A近くの電流が流れる電源回路の抵抗に1／4Wの抵抗を用いて，わっ！煙が出た，と慌てる方がいます。製作をするなら，その抵抗に流れるおよその電流を回路図上から読み取れるくらいの基礎的な勉強をしておくことが，やはりどうしても必要なようです。常識的には，ICやトランジスタを能動素子に使用した電子回路で電源部を除けば普通は1／4Wの容量があれば十分です。

抵抗値が可変できる抵抗器は可変抵抗器・バリオームまたはボリウムコントロール(VRと略し，単にボリウムとも言う)と呼んでいます。ボリウムなる呼び名は量の訳ではなくて，多分可変抵抗器が音量調整に使われることに起因するようです。

可変抵抗器にも固定抵抗器のように，非常に多くの品種・規格や形状があります。回路図上で，可変抵抗器の添え書きとしてVRBのように，Bの文字が付してある場合がありますがこれは，軸の回転に対して抵抗値が直線的に変化するもの，という意味です。対数的に変化するものにAがあり，オーディオ回路の音量調整に使用されています。

可変抵抗器にも，流すことが出来る電流の電力指定があります。直流電流が流れる回路に使用する可変抵抗器のワッテージは，そうでないものよりも大きなものが必要です。

最近では，半導体可変抵抗器も多用されています。これは，制御端子に電圧を加えることで内部の半導体抵抗の抵抗値が変わるICです。

また，サーミスタ・ポジスタのように熱によって抵抗値が変化する抵抗素子もあります。サーミスタは温度が上昇すると抵抗値を減ずる素子，ポジスタはその逆の性質の素子です。常温における抵抗値・温度変化の大きさや扱うことが出来る電力の多寡などにより，多くの種類があります。

よく使用されている抵抗器の種類・製品などを**図2-4**にまとめてみました。参考にしてください。

コンデンサ

コンデンサも，材料・容量値・耐電圧・用途などの分類で抵抗に負けないくらい無数の種類があります。

コンデンサの基本的な構造は，2枚の金属板を狭い間隔を隔てて対向させたものです。でも，この

分　類	名　称	製　品	抵抗体本体
金属系抵抗器	巻線抵抗器	巻線固定抵抗器 セメント抵抗器 メタルクラッド抵抗器 プラスチックモールド抵抗器 可変抵抗器 温度センサ ひずみゲージ 巻線ホーロー抵抗器	ニッケルクロム　マンガン コンスタンタン　アドバンス
	被膜抵抗器	薄膜抵抗器 金属酸化物抵抗器 金属窒化物抵抗器	金　白金　ニッケルなどの合金 カドミウム　インジウム　スズ　アンチモンの酸化物 クロム　チタンなどの窒化物
炭素系抵抗器	被膜抵抗器 固体抵抗器 ほう素抵抗器	炭素被膜抵抗器 可変抵抗器 固体抵抗器	炭素　ほう素
混合焼結型抵抗器	樹脂抵抗器	プラスチックモールド抵抗器 可変抵抗器	プラスチックと黒鉛，炭素の混合物
	セラミクス抵抗器	セラミック抵抗器 可変抵抗器	セラミクスと黒鉛，炭素の混合物
半導体抵抗器	半導体抵抗器	温度センサ 圧力センサ ひずみゲージ 光電変換器	シリコン半導体

【図2-4】抵抗器の種類など

ような構造では実用上不便ですし，大きな容量値を得ることもできませんから，金属板を箔に代え，間隙に絶縁物を挟み込んで円筒状に巻き上げたり，サンドイッチ状に積み重ねたりして製品にしています。小容量のコンデンサの形状は普通，**写真2-7**のようなものです。

容量の単位はF(ファラド)ですが，これでは実用的に大きすぎるのでこの10^{-6}のμFを用いています。更に小さな容量には，10^{-12}のpF(ピコファラド)が用いられます。しかし現実に多用される範囲の容量値ではμでは大きすぎ，pでは小さすぎて中途半端なので最近ではnF(ナノファラド)が良く使われるようになってきました。nは10^{-9}ですから，1000pFが1nFです。pFの上の接頭語には10^{-15}のfF(フェムファラド)，10^{-18}のaF(アトファラド)があり，これから高い周波数を扱うようになると使われると思いますので知っておくとよいでしょう。

コンデンサにも，抵抗器と同じように容量値が固定のものと可変のものとがあります。

可変タイプのコンデンサとしては，セラミクスに蒸着した金属を極板としたトリマコンデンサが多用されており，抵抗器と異なって可変容量コンデンサには大容量のものはありません。大きなものでもせいぜい0.5nF程度です。

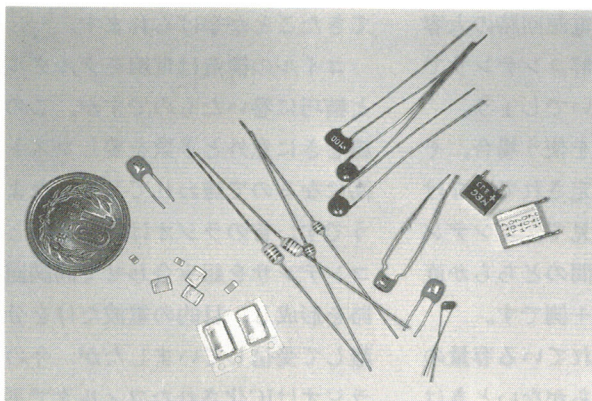
電極板間に挟み込む絶縁物質を誘電体と言い，これがコンデンサの単位容積当りの容量・性質・用途などを決定します。極板間にこれ以上加えてはいけないという電圧が耐電圧として容量とともに表示してあります。

市販のコンデンサの一覧を**図2-5**に掲げておきました。

現在電子機器に多く使用されているコンデンサには，比較的小容量のものでは有機膜コンデンサとセラミックコンデンサ，比較的大容量のものには電解コンデンサがあります。

電解コンデンサは電解液を浸した紙・布などをセパレータとして，表面に微細な凸凹を持つ酸化膜を形成させたアルミニウム箔を対向させて巻き込んだ構造で，タンタルコンデンサはアルミニウムをタンタル箔に変えて，より誘電率が高く損失の少ない強力な電解物質を用い，小型大容量のコンデンサを形成したものです。これも電解コンデンサの一種です。タンタルコンデンサはその物性上，アルミニウム電解コンデンサのようには耐電圧が高くありません。容量もそう大きなものはありません。アルミでは耐圧最大のもので600V前後，容量値は数万μFまであるのに対してタンタルでは高くとも150V・100μFどまりです。

電解コンデンサは他のコンデンサと異なり，動作には必ず化成のための直流電源が必要で，そのために極板端子には電池のように＋－の極性がありますから用途が限定されます。極性を違えて接続したり，交流を加えたり，耐圧を越える直流を印加するとコンデンサとして動作しないばかりか，発熱したり最悪の場合は爆発します。

容量のほか，コンデンサを扱う上で知っておく必要のある重要な特性に，温度特性と誘電体損失があります。コンデンサは温度によってその容量値が変化します。コンデンサの種類によって変化します。コンデンサの種類によって変化の程度が非常に大きいもの，温

〈写真2-7〉コンデンサ

左下がチップコンデンサ，チップ抵抗と全く見分けがつかない。まん中のカラーコードが付されてあるセラミックコンデンサも抵抗とほとんど同じ形態だ

名称	誘電体
紙コンデンサ	ワックス，塩化ナフタリン
オイルコンデンサ	鉱物油などを紙に含浸させたもの
MPコンデンサ	
有機膜コンデンサ	ポリエチレン，ポリスチレン，ポリカーボネート
マイカコンデンサ	雲母箔，銀を蒸着した雲母
ガラスコンデンサ	ガラス
セラミックコンデンサ	酸化チタン磁器，チタン酸バリウム磁器
電解コンデンサ	アルミニウム酸化皮膜，タンタル酸化皮膜

【図2-5】コンデンサの種類

度の変化に伴って容量を減ずるもの，逆に増加するものなどがあり，このような容量値の温度変化の方向や大きさを表す定数に，温度係数というものがあります。

抵抗器も温度によって抵抗値が大きく変化しますが，通常の使用状態ではコンデンサほどには動作に大きな影響はありませんので，計測器に使用する場合を除いてはあまり気にすることはありません。実装密度の高い配置では，コンデンサは発熱する他の部品に接近させないなどの注意が基本ですが，やむを得ない場合は温度特性を調べて，変化の方向が回路の機能維持に影響の少ない品種を選択して使用しなければなりません。

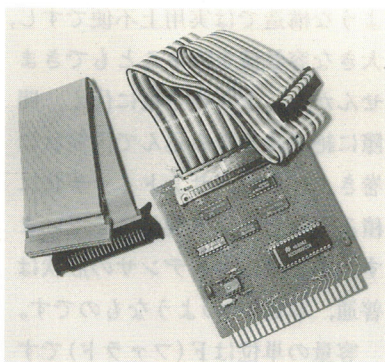
誘電損失とは，誘電体の物性によって定まるコンデンサの交流的なロスですから当然，回路のエネルギーや機能はその分だけ損なわれて低下します。また，ロスは熱となってコンデンサを暖めます。同じ誘電体なら誘電損失は周波数が高いほど増加します。市販コンデンサを周波数を一定とした場合について誘電損失の多い順に並べてみると，電解・オイル・紙・有機膜・雲母・セラミックのようになります。

なお，オイルや紙・電解コンデンサは極板をクルクルと巻き込んだ構造なので大きなインダクタンスを持ち，これは容量を打ち消す働きをするので高周波回路には不向なものなのです。最近の有機膜の中には，セラミックより誘電損失の少ないものがあったりするので，いちがいに決めつけることはできませんが，例えば電解コンデンサを高周波回路に使用すると全くコンデンサとしての役目を果たさなかったり，損失のために動作不能になったりします。

無線機などの超高周波回路ではセラミック磁器コンデンサが多用されています。しかし超高周波回路では，温度による僅かの容量の変化も発振周波数の安定維持などに大きく影響するので，損失とともに温度特性も十分に吟味しなければなりません。

電解コンデンサを除いてはどのようなコンデンサも，回路図上では区別なく短い2本の線を対向させたシンボルで表していますから，図上で特に品種について説明がなければ，製作する側で使用箇所や部分により判断して，最も適切なものを使い分けなければならないのです。回路図に0.1μと書いてあるからと言って，容量さえ0.1μならどんな種類のコンデンサでも良いとは限りません。これはビギナーの方にはかなりむずかしいことですが，回路図に何も書いてない場合は，一般的には高周波回路ならセラミックコンデンサ，オーディオ領域であればマイラフィルム・積層セラミック・タンタル電解などのコンデンサ，電源回路の大容量ものはアルミ電解コンデンサであると判断して良いでしょう。

電解コンデンサを使う場合，その極性の向きが指定されていなければ回路図をよく見て，コンデンサを接続する2点間のどちらか直流電圧の高い方が＋側です。

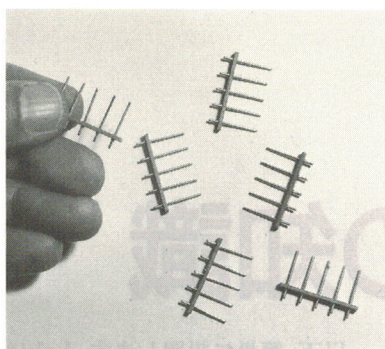
回路図に記載されている容量のコンデンサの手持ちがないときは，それが電解であって電源やバイパス回路に使用されているものに限っては，一般的には指定のものより大きいもので代用できます。例えば回路図で10μFとなっていても，100μFでも220μFでもかまいません。コンデンサの耐電圧に指定がないときは，その回路の電源電圧よりも十分高い値のものを使用します。

〈写真2-8〉フラットケーブルとコネクタ

インダクタ

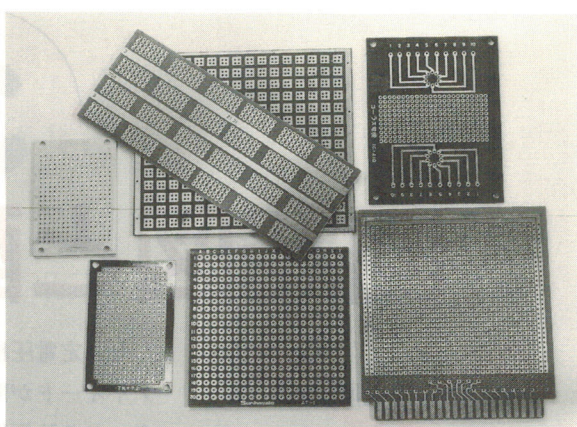
インダクタとは，インダクタンスを発現する部品の総称でその代表的なものがコイルです。このほかに，配線に挿入して局部的に微小インダクタンスを構成するために使用する，リングコアなどもあります。

最近の電子回路の特徴の一つに，ほとんどコイルが使われなくなってきたことが挙げられます。

コイルの構造は電線をクルクルと精巧に巻いたものですが，この線巻きに意外と手数を要しコスト高になるので嫌われてしまったようです。昔のラジオは，コイルとコンデンサを組み合わせて同調回路を形成し，目的の電波だけを分離して受信していましたが，今のラジオはIC化されたフィルタで選別します。

同じコイル部品の電源トランスなども，使用量が激減しています。

〈写真2-9〉端子ピン

基板の端などに取り付けて電源線や入出力線を基板に接続する端子。これはピン間隔5.08㎜のもの，DIP蛇の目基板に適合する

〈写真2-10〉
市販の試作用基板

ほとんどが蛇の目パターン配列だが，中にはこの写真のように色々なものがある。右上はキャンタイプのオペアンプ用基板

トランスの場合は巻線に手数がかかるほかに，更に重くなるという現代製品にとっては最もタブーなデメリットも加わるからで，この分野はスイッチングレギュレータなどの軽量高性能の高周波発振直流電源にとって代わられつつあります。

コネクタ・ピン・端子等の接続器具類

機械機構部品の中でも最も種類が多く，「電子機器用機構部品規格表」と言う分厚い本の中で大部分のページを占めていながら，しかも秋葉原では入手できるのにこの本に載っていない品種がかなりありますから，いったい何千・何万種あるのか見当もつきません。型番名だけ並べてもEL 1冊分は必要でしょう。

コンピュータおよびその周辺機器間の接続などに使われる配線に，**写真2-8**のようなフラットケーブルと呼ばれる10ないし50本ものリード線を横一列に並べたものがあり，これとこのコネクタとの接続は専用の圧着工具がないとどうにもなりませんから，ケーブルやコンセントを購入した店で加工して貰うほかありません。「加工します」と店頭に表示してあっても，現実はたった一本だけでは快くその場で加工してくれる店はまれで，客がたて込んでいることを理由に断わられたりします。

ですからこのような製作をする場合は，電話などで事前によく確認しておかないと，最後の段階で製作を中断しなくてはならない羽目になります。パソコン・マイコンを相手にした工作が多くなった，昨今のアマチュアの悩みの種の一つです。

私たちの小規模製作に便利なものに，端子ピンというものがあります。基板の一端にこれを立てて，ここから電源や入出力のリード線を引き出したり，試験用のテストピンなどとしても使用します。4～6ピン程度が薄いベークのベースにモールドされているものが使い良く，ピン間隔は蛇の目基板の間隔と合致していなければなりません。DIPの2倍寸のものが使い良いと思います。そのような端子ピンの写真が**写真2-9**です。

汎用基板

回路をプリント基板化するときの事前検討用として，またはわざわざパターン化するほどでもない小規模の回路の実装用や試作用などに，汎用性のある既製基板が市販されています。私たちの製作には，このような基板を利用することが手軽で便利です。その一例を**写真2-10**に示しました。

しかし，一応どんな回路にも使えるという汎用的なものですから専用プリント基板のようにしっくりとはゆきません。パターンとしては蛇の目のほかにDIP 3孔分程度の細長いフィレットを並べたもの，キャンタイプのICやトランジスタを使用するのに便利なもの，一端にソケットに差し込むための端子片をプリントしてあるもの，更には両面パターンの基板など，多くの種類があります。

寸法も各種あります。よく使用するパターンと寸法のものを4・5枚買っておくと，日曜などにふと思いついて何か試作してみよう，というとき便利です。

3 回路図と配線の知識

部品記号と回路図

電子機器の配線組立は回路図に基づいて行います。電子機器は，いろいろな電子部品相互間を電線で結び，希望する機能を発揮できるようにしますが，回路図はその結線の様子を一目でわかるように記号化して書いたものです。

ですからこの記号の意味が理解できないと回路図は読めません。よく利用されるおもな部品の代表的記号と略号を**図3-1**に書いてみました。略号記号の書き方は学校の物理・理科などの教科で習ったように一応は定められています。しかし，現実には守られていません。次から次に新しいデバイスが開発される現在ではとても記号化がついてゆけないし，かりに記号化したところで繁雑になるばかりでかえって逆効果だからです。

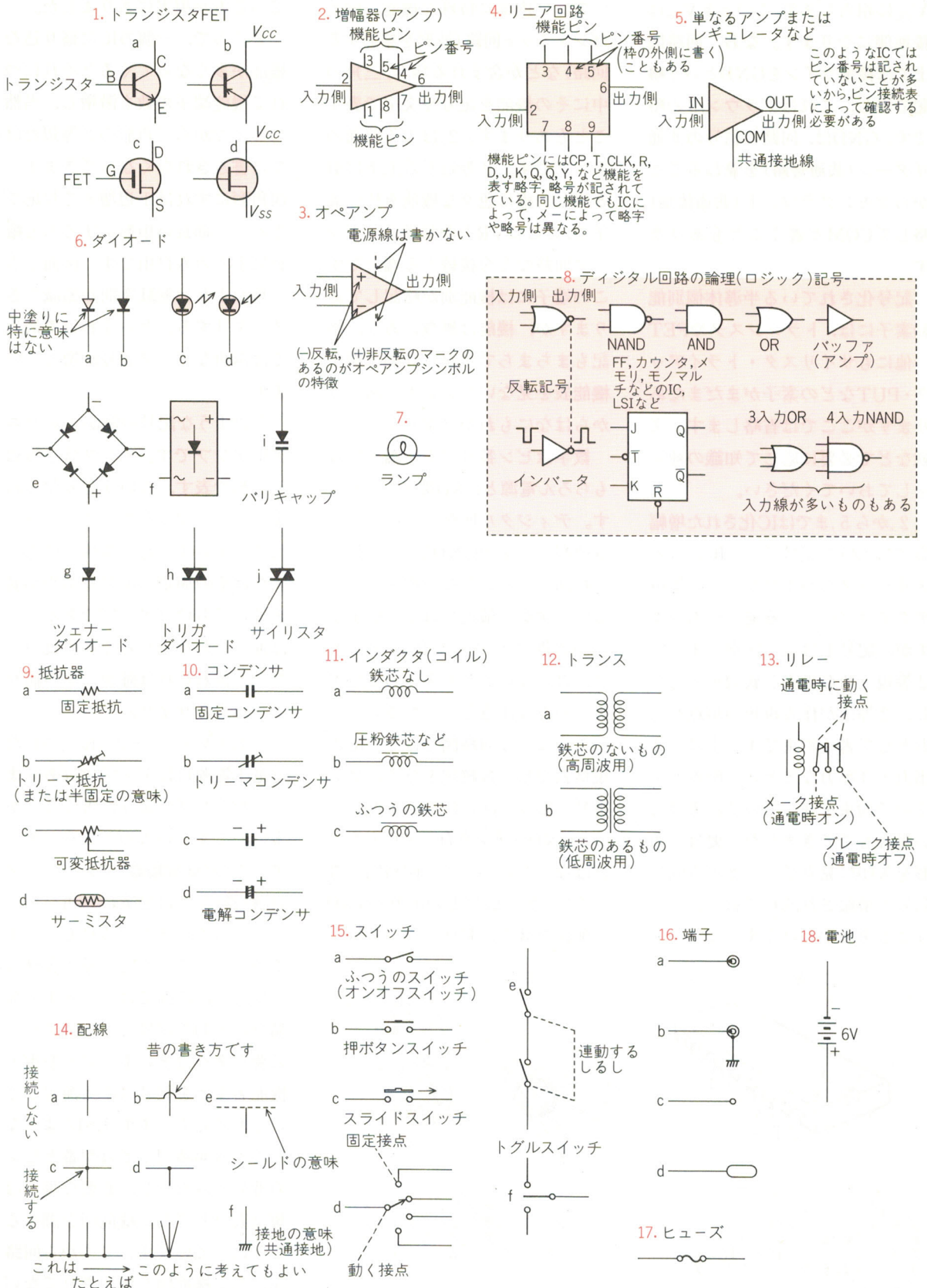
それに現在使われている記号・略号もその大半は十年もそれ以上も前に制定されたものなので，もう時代の流れにそぐわなくなってきているのです。半導体ダイオードを例に見てみましょう。ダイオードが使われ始めた頃は，その機能は検波や整流だけでしたから真空管時代の検波器の記号をそのまま踏襲した矢印で，電流の一方通行の向きを示す記号だけで十分でした。定電圧機能を持つツェナーダイオードが開発されると，ダイオードの陰極側を示すバーの両端にひねりをつけて区別しました。可変容量ダイオードが開発されると，陰極のバーを二重にして容量機能があることを表示しました。発光ダイオードが出来ると光を発する稲妻マークを付して区別しました。ホトダイオード(受光ダイオード)は，稲妻マークを逆向きにして対応しました。

その後，エサキダイオードや定電流ダイオードが登場し，2端子でありながら3端子の機能を持つトリガーダイオードやサイリスタ，ダイオード温度センサ，光センサ，太陽電池(物性的にはシリコンダイオードです)などが次々と開発されるに及んで，ついに記号化は殆どお手上げ状態になってしまいました。それでもその都度，色々な記号化が試みられましたが，もう回路図を読む側があきれて相手にしなくなってしまったのです。

今では昔ながらのシンプルな基本記号の傍らに，必要があればその機能を簡記して済ませています。この方が変な記号よりはよほど当を得ています。このことはダイオードだけでなく，今やすべての部品記号に及んでいることを念頭において図を見ていただきたいと思います。

以下，簡単に説明します。1.abはトランジスタ，cdはFETの記号です。矢印の向きは電流の方向を示します。CBEはそれぞれコレクタ・ベース・エミッタの電極名の略記ですが普通は書きません。aはNPN，bはPNP形を表します。FETのDGSもそれぞれドレイン・ゲート・ソースの電極名の略記です。FETにもN型とP型がありますが，最近ではなぜかFETに限り電流の向きまでは書かないようです。

cはMOS系など絶縁ゲート形と呼ばれるFETで，dの接合型と比較するとなるほどゲートが絶縁して書いてあります。MOS FETには，動作的に全く異なるエンハンスメントタイプとディプレッションタイプの2種があり，この区分を知ることの方が回路図では重要だと思えますが，記号は特に区別していません。FETの記号の書き方には，この他にもゲートを2個書いてパラレルに結んだものなど数種ありますが，単に内部構造の違いを表していることが多いですから記号にあまりこだわらず，製作記事などであれば本文の説明を良く読む方が良いでしょう。

回路図上でトランジスタの電源はV_{CC}と略記しますが，FETではV_{DD}またはV_{SS}と書きます。普通はV_{DD}が+，つまりトランジスタでの

【図3-1】 回路図の記号または略号

V_{CC}に相当します。このときV_{SS}は接地側になります。なお，回路図上では接地ラインをGNDという略記で表し，これはグラウンドの略です。GNDは，回路の信号の共通リターン(共通帰路)を兼ねることからコモングラウンド(共通接地)，略してCOMと書くこともあります。

記号化されている半導体個別能動素子には，トランジスタやFETの他にもサイリスタ・トライアック・PUTなどの素子がまだまだありますがここでは省略します。文献などで必要に応じて知識の補完をしておいてください。

2.から5.まではIC化された増幅器(アンプ)の記号です。ICにはモノリシックとハイブリッドの集積テクノロジーによる違いがありますが，記号上は全く区別しません。2等辺三角形で表し底辺を入力とし，2等辺が作る鋭角の頂点を出力として書く約束です。中には2出力・3出力などという例外もあるので約束を守っていては書けない場合もでてきました。要は三角形を矢印に見立てて，その方向に信号が増幅され流れて行く，ということを表すわけです。

アンプ内部に特殊な機能，例えばシュミット回路(波形を整形する回路)などが含まれる場合，三角の中にその機能を記号や文字で表すこともあります。2.はごく普通のアンプです。2等辺から上下に引き出した線は色々な機能を持つ端子で，ここにVRとか帰還ネットワーク回路などを接続する端子です。この端子には機能別が略記してありますが，機能は無数にあり，略記もまちまちですから詳細は端子機能表を見ないとシンボル図だけからはなにもわかりません。

数字はピン番号です。端子にはもちろん電源とGND端子もあります。ディジタル回路では以前から電源端子と電源GND端子に限り，回路図上には書かない約束になっていますが，最近ではこの約束がいつの間にかリニアICにまで及び，書かないことも多いのでビギナーの方は注意してください。

このような回路図ではそのICの規格表やピン接続図を見て，ピン番号を知り，図にはない電源ラインとGNDラインを自分で引かなければならないのです。回路図に書いてないからと，肝心の電源とGNDの配線をせず，動作しないと悩んでいる方が現実にありました。

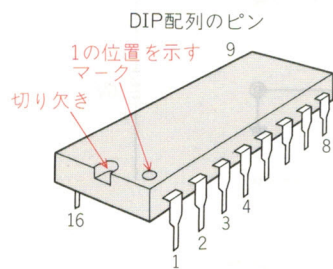
ところで，一個のICに盛り込む機能が多くなってくるとそれにつれて機能端子の数も激増し，当然のことながら三角形の2等辺だけでは書ききれなくなってきます。四角形にすれば1辺増えて対応できるし，細長い矩形にするのも縦長にするのも自由です。図面上も三角形よりは無駄空間が節減できスッキリする，というわけで最近では四角なアンプ記号が増えています。

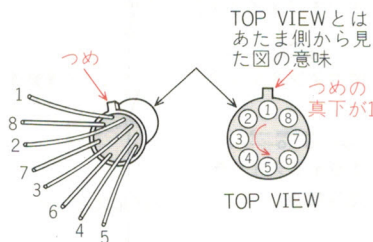
このような記号の例が4.のリニアICアンプです。アンプは2等辺三角形で表す，という記号化の約束もいつの間にかあっさりと破られてしまいました。四角の枠内，またはその周辺にICの型番や品名を書いておけばアンプであることは誰にもわかるからこれで良いのだ，と言われれば確かにその通りで一言もありません。

3端子レギュレータ(IC化された定電圧電源)は，アンプではありませんがアンプのように書くことが多いのです。いまのところ，オペアンプ(演算増幅器)コンパレータ(比較器)などは忠実に三角パターンを守っていますがこれもいつまで続くことやら，先は見えません。

最近の回路図ではその素子や部品を代表的な記号だけで済ませ，必要があればその素子名や型番・機能名などを記号に添え簡記しているものもあります。LSIのようなものでは回路図上では型番とピンの番号のみを示し，必要な場合は規格表などでピン機能図を調べることにしています。ですから回路図にピン機能図が併記されてない場合は，規格表がないと理論的な

DIP配列のピン

1の位置を示すマーク
切り欠き
9 8 16 1 2 3 4

ピンを下にしたとき切り欠きが向って左側になるようにして，手前左端が1。それから反時計方向にまわって右端が8。その向う側が9。1の対向が16となる。(16ピンICのとき)ピンの数が多くとも1の位置はかわらない。

キャンタイプのIC(オペアンプなどに多い)

つめを上にしてつめの真下のピンが1.それから反時計方向に1，2，3…となる。規格表では右のそえ書きのように上から見た図になっているので注意！(TOP VIEW)

【図3-2】 ピン番号の位置の見方・読み方

チェックができず，もし回路図に誤りがあっても発見できないことがあります。

ICとLSIでは，ピン番号の読み方には約束事があります。ピン番号の見方を**図3-2**に書いておきました。DIPの場合はピンを下に切り欠きを左側に見て，手前左下の位置のピンを1番とし，反時計廻り方向に2・3・4と読んでゆきます。ピン接続図にTop View（上から見た）と書いてあるのがこの読み方ですが，中には意地悪なのか，親切なのか裏面から見たピン接続（配線は裏面で行うので裏から見た図のほうが実用には便利です）を示しているものがあるので，切り欠きの方向などと何度も照合してしっかり確認することが大事です。

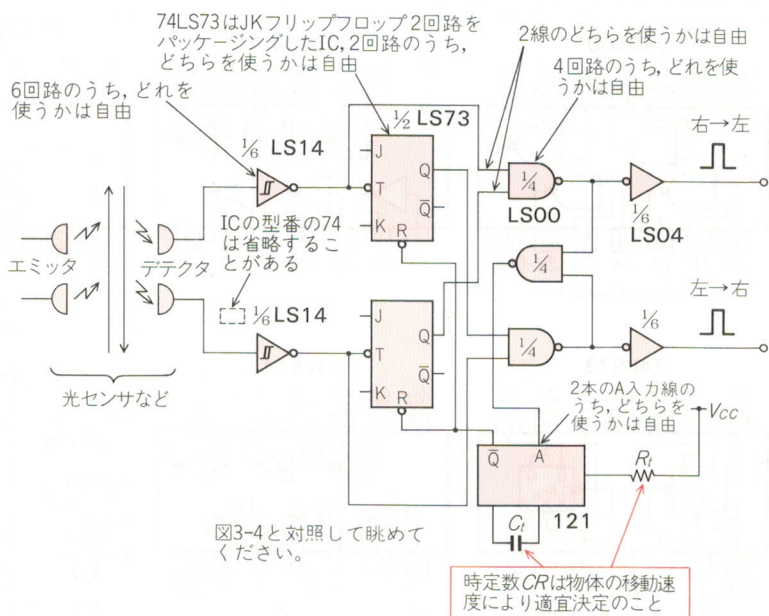
回路図に示されているICなどのピン接続が表から見たのか裏から見た図なのか，またICを上から見てなどとある上とはICのどの面のことか，それとも図面の上下方向のことなのか，などとビギナーの方は意外とこんなところで迷ってしまうものです。

記号図に戻って6.はダイオードです。これは前述したとおりです。ダイオードは代表的なものだけを書きました。abにはとくに機能上の何の違いもありません。回路図では両者ともよく使われています，これは出版社の都合や筆者の趣味で白抜きのものと黒で塗りつぶした2種があるようです。efはともにブリッジダイオードですが，eは正規の表現ですが書くのが面倒なので最近ではfのように表現することが多いようです。

ブリッジダイオードに限らず，幾つかの素子を集合させた部品では，このように略記することが流行しています。7.はフィラメント式ランプの記号です。機器の動作状態表示ランプ（パイロットランプ）はほとんどLEDに変わってしまい，この記号も過去のものとしてやがては忘れられようとしていますが，これなど電球をもっとも端的に表現した良い記号ですね。記号とはこういうものでなくてはならない，という見本として取り上げました。最近ではLEDに代わって，液晶（LCD）表示が多用されています。しかし，あのように多様性のある表示器をどう記号化したらよいのでしょう。筆者はLCDの記号は見たことがありません。

8.はディジタル回路のロジックのシンボルです。ディジタル回路の回路図は，ビギナーの方にはとても難解です。それぞれのロジックシンボルの機能や小さな丸，バーを付けた大文字アルファベットなどの意味するところを解説しようとすれば，それだけでこの特集の全ページを費やしても足りません。これも文献などで補完していただきたいと思います。

ディジタル回路は，このようなシンボル図で回路が書いてあるので図からロジックの流れはわかっても，図面だけでは配線はできません。規格表やカタログで，シンボルで表されたロジック機能を持つディジタルICの中から最も適切なものを探し出し，しかも無駄なく組み合わせることが必要です。何番のピンを使うかなどは使用するICにより，また組み合わせ方により，設計者の個性によっても異なるので回路図にはピン番号などは一切書いてありません，ICの型番名も書いてないことがあります。このことについて少し説明しておきましょう。

ディジタル回路図の実例を**図3-3**に示します。これは，光センサが捕らえた物体の移動方向を知る回路です。この回路には常識的には，**図3-4**のような5種類のディジタルICを使うことが適当ですが，ロジック機能が同じなら他の型番のIC

【図3-3】ディジタル回路の回路図の例（物体の移動方向を検知する回路）

でもよいのです。ここでは回路図に型番名を入れておきました。

センサの出力をディジタル出力に直す波形の整形を受け持つのが，74LS14です。三角の中のマークはシュミット回路であることのシンボルです。出力の小丸は反転記号と言って，入出力ではロジックが反転することを示しています。このICは，独立したシュミット回路が1パッケージに6個入っています。回路図の型番名の側の1/6は，この6個の中の1個を使うという意味です。ですから6個の中のどれをどこに使ってもかまいませんが，各セクション毎にピンの引出しの方向がそれぞれ異なるので選択の仕方によっては配線が複雑になったり，スッキリしたりするわけです。組み合わせ方や，設計者の個性によっても異なると言ったのはこういう意味です。

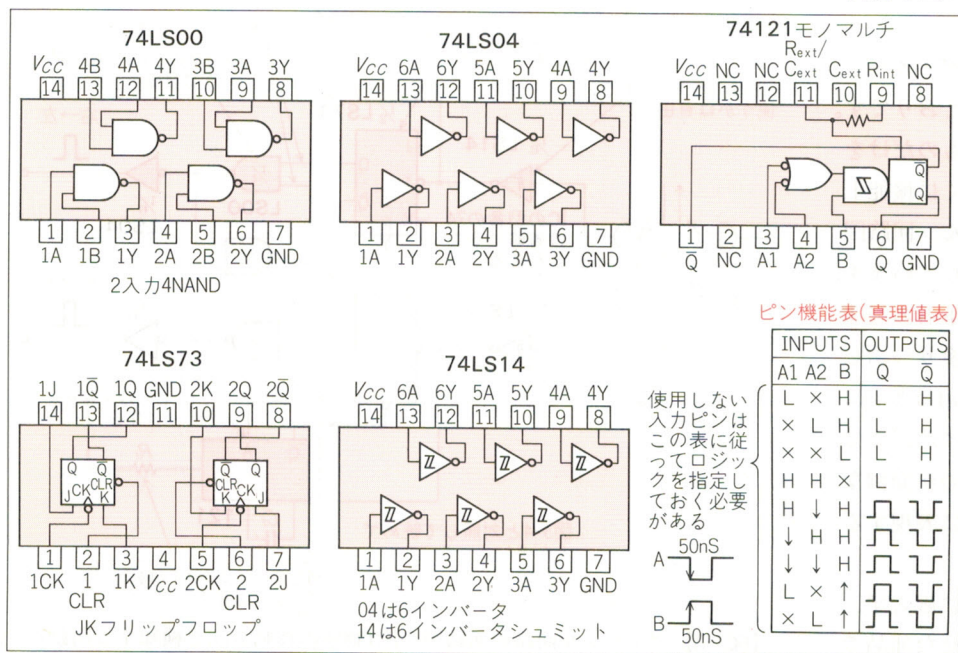
またこのようなICには，6個入りだけでなく，2・3・8個入り，12個入りというようなものまであります。もちろん，シュミットICであればどれを使用してもかまいませんが，2個しか使わないのに8個入りなどを使うのは無駄です。ただし，シュミットICでは6個入りの74LS14が最小です。無駄なく組み合わせると言うのは，このような意味です。

それにはICの品種を良く知っていなければなりません。左右信号出力の74LS13はインバータという機能のICですが，ピン接続図にあるものと異なり，回路図にあるものでは小丸が頭でなくてお尻についています。インバータの記号はピン接続図のように頭に小丸が付くのですが，回路図に書くときにはこのように反対側に付くことがあります。これはロジックの受け渡し状態を図上で明確にするためで，状態によって小丸は頭に付いたりお尻に付いたり色々変化します。書き方には色々な約束ごとがあるのです。

74121は，モノマルチというICです。74121にはLSの記号がありませんが，LSタイプがあればそれを使ってもかまいません。TTL74シリーズには74121のように記号なしのもの(スタンダードタイプという)と，LSやSのように記号付きのものとがあり，ロジック機能やピン接続も全く同じですが，動作スピードが異なるので，用途によって使い分けることも必要です。

ICの配線は省略して書いてあります。そこで実際の配線ではピン接続の他に，そのICの真理値表(入出力のロジック関係を一表にしたもの)などに従って回路図に書いてない空きピンもロジック処理しておかなければなりません。そして当然，電源・電源接地などの配線は書いてありません。このように，ディジタル回路図は一見簡単に見えますが，ある程度の基礎知識がないと理解しにくいものです。これからはディジタル回路に接することが多くなると思われるので，ぜひ機会をみて勉強しておかれることをおすすめします。

道草をしてしまいましたが，再度記号図に戻ります。9.は抵抗器

INPUTS			OUTPUTS	
A1	A2	B	Q	Q̄
L	×	H	L	H
×	L	H	L	H
×	×	L	L	H
H	H	×	L	H
H	↓	H	⊓	⊔
↓	H	H	⊓	⊔
↓	↓	H	⊓	⊔
L	×	↑	⊓	⊔
×	L	↑	⊓	⊔

【図3-4】ディジタルICのピン接続

です。aは固定抵抗器です。抵抗器には同じ抵抗値であっても抵抗体の違いによる多くの種類があり，この選択は重要ですが記号上に区別がありません。やむなく記号の脇に抵抗値・許容電力とともに，必要に応じ金属皮膜・タンタレート・温度補償などと抵抗体の材質や機能を簡記します。そのくせ，11.のコイルなどでは，どうでもよい鉄芯の材質まで細かく記号化してあるのは，どうも合点がゆきません。それに電子回路は今，コイルはできるだけ使用しない方向に進んでいます。

脱線してしまったので抵抗に戻ります。bは半固定，cは可変型です。b，cにも多回転型やスライド型などの全く異なった機能や構造のものがあります。しかし記号は同じです。

10.のコンデンサもabは抵抗に準じたものです。抵抗のcに準じたバリコンは，一般的には過去の遺物になってしまいました。

c，dは電解コンデンサです。コンデンサの極板を表す2本のバーの間にハッチのあるものと無いものがありますが，現在ではダイオードの塗り分けのように混用されています。ハッチのあるものが電解で，ハッチがなく極性のみが記されているものは－の方を接地する約束だ，などとする回路もありますが，紙巻コンデンサ(コンデンサに接地側を示す記号がありました)の時代ならいざ知らず，今更どうでもよいと思います。だからcは，ハッチを書くのが面倒だからと思ってください。普通，＋－などの極性記号が付されていれば電解コンデンサです。

セラミックコンデンサは吸湿しやすい

小さな円盤状のセラミックコンデンサは，安価で高周波性能が優れていることから回路のバイパス用などに多用されています。ところで，このコンデンサは意外に絶縁不良なものが多いのです。

誘電体のセラミクスが多孔質で吸湿しやすく，構造上も防湿が他の種類のコンデンサほど完全ではありません。湿気の多いところに保管しておくとすぐ絶縁が低下してしまいます。

使用するときは必ず，取付け前にテスタのオーム計でチェックしましょう。オーム計のレンジはできるだけ高抵抗レンジで行います。測定値は無限大が理想ですが，おおむね5MΩ以上あれば電源電圧が12V以下の回路であれば安心して使えます。少し吸湿したものは100kΩ以下になることがあります。

一度吸湿したものは，乾燥させても使用できません。

コンデンサの種類は非常に多く，たとえば高周波回路のバイパス用にはセラミックコンデンサとか，温度変化に神経質な所にはスチロールフィルムコンデンサとか，回路上の使い分けが絶対に必要です。しかし記号上の分類は，電解とそうでないもの以外は区別していないので，特に注意がない限り，ビギナーの方は容量値さえ同じものならどんなものを使っても良いだろう，と混用して失敗してしまうのです。製作記事などでは本文の説明を良く読む必要があります。

11.のコイルと12.のトランスについては説明を省略しますが，コイルの脇に引いた線は鉄芯の存在を表し，点線は圧粉鉄芯を表します。線の本数には全く意味がありません。人によってはコイルの中に線を引く方もいますが，考えてみればこれは正しいことかも知れませんね。13.のリレーは接点の表現に注意が必要です。先のとがったのが通電によって動く接点，平べったいのが固定接点です。通電によって接点がメークになるか，ブレークになるかの判別は電気のほうでは記号がありますが，電子のほうでは考えればわかるとばかり特に記号は用いません。しかし，これはビギナーの方が迷う大事なことですから，なんらかの方法で表示しておかなければならないことです。

14.は結線です。a，bは互いに接続しない線です。このようにクロスして配線しなさいと言う意味ではありません。c，dは接続する線です。配線記号の中で，交差点で接続する線と接続しない線は，この小さな・のあるなしで見分けます。印刷物ではこれがはっきりしないことがあり，また運悪く交差点に汚れがあって接続と見間違えたりします。

また同じく併記したように，接続点は必ず・の所で接続すると言う意味ではなく，その電気的レベルが同一の線上ならどこにどう接続しようと集約しようとかまわない理屈です。同じ回路図に基づいて配線したのに，ごちゃごちゃした配線になったり，スッキリした

配線になったりと結果が分かれるのは，このまとめ方の巧拙が原因です。また電気的レベルが同一といっても，例えば個々の回路がそのリターン線を共有するような部分があると動作不安定などのトラブルを起こすこともあります。このことについては後述します。扱う周波数が高い場合，回路電流が大きい場合は共有部分の処理は重要で，一点接地はこのような場合の配線上の約束事の一つです。

eは配線にシールド線を使用するか，またはシールドが必要である記号です。fは接地を示す記号です。回路図の接地とは地面に電線で接続することではなく，例えば＋電源で動作する機器では電源の＋から出た電流が回路を巡り，仕事を終えて再び電源に戻ってくるところ，つまり電源からの電流だけでなく，信号電流も流れており，接地をどう見るかは回路の大事な判断要素です。

15.はスイチッチの記号です。aはごく普通のオンオフスイッチです。bは押しボタンスイッチ，eは連動するスイッチで，点線が連動を示す記号です。dは切り替えスイッチ(セレクタスイッチ)を示します。cはスライド式のシンボルで多接点のものもあります。

16.から18.のシンボルについては特に説明の必要はないと思いますが，以前，読者の方から電池記号についてご質問があり，図では３個の電池が直列されているので4.5Vの筈だが，添え書きには6Vとなっている，いったいどちらが正しいのか，とのことでした。真面目なご質問だと思いますが，実際に回路図では電池記号は個数にはこだわっておらず，電源は電池ですよ，というだけの意味あいで書いてあるのです。そのための添え書きだったのですが，それが仇となって叱られてしまいました。それなら１個だけにすればよいではないかと言われそうですが１個では少し淋しい，格好付けにも２・３個は直列にしないとね，というのが筆者の言い分です。

もちろん3Vで動作するのに電池３個を直列して書くようなことはしませんが，24Vの電池を使うからと言って電池記号を16個も並べるのもどうかと思います。また電池だってアルカリマンガン乾電池は1.5Vですが，リチウム電池は１個で3V，ニッカド蓄電池は1.2V，鉛蓄電池は2Vなのに電池記号はどの電池でも同じと言うのも変ではありません。記号はこの他まだまだありますが，この辺りで切り上げます。

約束事について

前項の配線図の読み方やICピンのピン番号でも出てきたように，電子回路や電子部品の扱いには数多くの約束事があります。約束事は既に周知のことであるとして，ほとんどの場合製作記事などでは説明しません。いわば電子・電気を扱う者の常識である，としているわけです。常識ですから本来，誰もが知っていなければならない筈のものなのですが，電子回路や電子部品にはそれぞれあまりにも多くの約束事があり過ぎます。この際，約束ごとのすべてについてお話しておきたくて仕方がないのですが，そうすると重要な事項だけに限定したとしても，多分この特集の全ページを費やしてしまうことになるでしょう。

しかし，約束ごとを知らないでは電子機器の製作はできませんから，今日からでもどうかご自分で本や技術誌などを読み知識を得るとともに，製作などを通じて積極的に勉強していただきたいと思います。

ここでは，IC特にCMOS ICを扱う上でぜひ知っておいて頂きたい約束ごとの一つである，「ICの空きピンの処理」について述べておきます。

ICには沢山の機能ピンが存在しますが，必ずしもその全部のピンをフル活用するとは限りません。つまり用途によっては使用しないピンが出てきます。これを空きピンと呼んでいます。

空き入力ピンは放置(どこにも接

続しないこと，オープンとも言う）せず，必ず指定のロジックに従って処理（0または1を規定）しておく約束です。よく注意してください，この約束は入力ピンだけに適用されるのです。出力ピンには適用されません。使用しない出力ピンは放置します。以下に具体例を挙げて説明します。

例えばここに時計用のICがあるとして，そのピンの接続図は**図3-5**のようなものだとします。ICの規格表・カタログや技術資料にはピン接続図とともに必ず，ピンの機能とその制御ロジック（制御論理ともいう）や出力ロジックを示すピンのロジック機能表（真理値表のこと）や，入出力の時間的なロジックの変化の関係を示すタイミングチャートなどが付されていますから，先ずこれをよく理解しなければなりません。

ただしこの図ではタイミングチャートなどは省略し，ピン機能表も説明に必要な部分だけ付記してあります。機能表の0＝L・1＝Hは，ロジックの条件を表し，この表では0が低い（low），1が高い（high）という意味です。ここでは，0は接地レベル，1は電源電圧V_{DD}レベルと思ってよいでしょう。

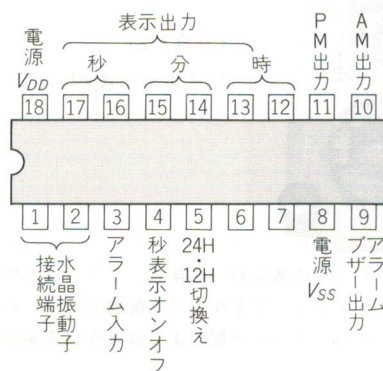
このICは，入力ピン1と2に接続した水晶振動子の発振を時間源にして，表示器で時間をディジタル表示します。ピン3は，アラーム入力でこのピンを1にすればアラーム機能がオンし，0では動作しません。ピン4は，秒の表示を消したり点灯したりのスイッチでこの機能は1で点灯，0で消灯であるとします。ピン5は24時と12時の表示設定で，1で12時間時計，0で24時間時計になります。ピン9はアラームブザーへの出力，ピン10はAM・11はPMの表示点灯出力です。ピン12～17までは数字表示器への出力線で，12～15が時分，16・17が秒です。

このICを使って時計を作りたいのですが，アラームは不要ですし秒の表示も欲しくありません。そこで，この条件ではピン3もピン9もそしてピン4・ピン16・17も使用しないということになります。このとき，出力のピン9・16・17はそのまま放置して良いのですが，入力ピン3と4は不要だからと言って宙ぶらりんにせず，必ず0または1にしておかなければならない，ということなのです。もちろん1にした場合はアラームと秒出力で出て来ますが，出力線にはブザーも表示器もつながれてないのでどうということはありません。しかし，ここでは0（接地）にしておいたほうが理には叶っていると言えます。

ピン9・16・17は「放置して良い」ではなく，必ず放置（オープン）にしておかなければなりません。このようなことがICの使用しないピンの処理の約束です。IC，ことにCMOSでは入力空きピンを放置しておくと，IC内部回路全体の動作が全く不安定となり，過大電流が流れて過熱し破壊してしまうことがあります。出力空きピンを接地（0を指定）したり，V_{DD}に接続（1を指定）すると過大電流が出力MOSに流れて，やはりICを破壊することがあります。

CMOSはその内部構成上から，静的な状態（入力を与えず単に電源のみを通電している状態）では，全くと言ってよいほど電流を消費しないものですが，たった1本でも放置した入力ピンがあると大きな電流が流れ，かつその流れ方がフラフラと非常に不安定です。このような現象が起きることを利用して，生産現場では基板上にピン処理忘れのICの存在を発見しています。

基板と配線法

どのような機器でも，最終的には適当なケース（外囲器）に納めて完成品としますが，多くの部品の集合体である電子機器では，組立のベースとなる板または箱などに主要部品をまとめて実装したものを，更にケースに収納するという二重構造の形を採ります。

ピン機能表

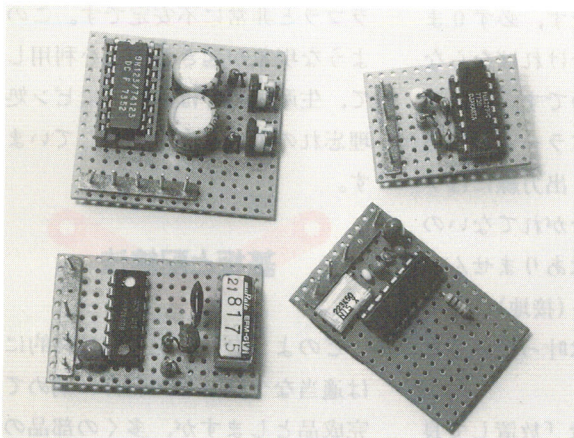
ピン番号	機能	制御ロジック
3	アラーム	0 アラームオン
		1 アラームオフ
4	秒表示	0 表示オフ
		1 表示オン
5	24, 12H 切換え	0 24時間
		1 12時間

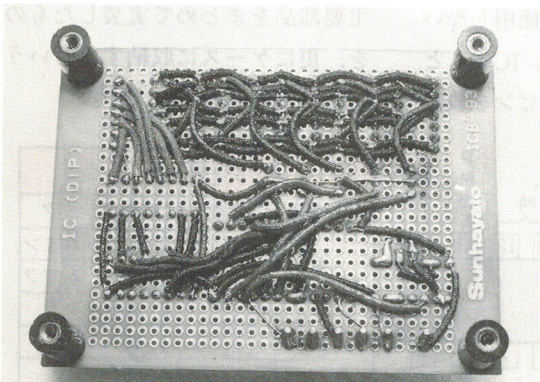
0＝L　1＝Hとする

【図3-5】時計用ICのピン接続とピン機能表の例

昔の電子機器ではこの部品実装部分をシャシと呼び，それは金属で作られていました。いまではベークライト・エポキシ加工した紙・ガラス繊維などの絶縁板上に部品を実装する方法がほとんどです。ベースとなる板を基板と言い，基板に実装した部品相互間を電気的に接続連結し電子回路として機能するようにすることを，配線といいます。

基本的には部品はネジなどで基板に固定し，配線は電線を用い部品間の接点をハンダ付けで連結しますが，最近の電子部品はきわめて小さくかつ軽量なので，特に重い部品を除きネジなどで基板に固定しなくとも，ハンダの接着力だけで充分保持できる強度が保てます。不足なら接着剤でフォローします。

また配線も，基板上に銅箔などの導体による配線パターンを予め設けておくことで，パターン上の要点に部品のピンまたはリード線をハンダ付けするだけで，特に電線を用いなくとも配線が完了できるような方法が用いられています。いわゆる，プリント配線と称する配線法です。

〈写真3-1〉
ワイヤード配線した基板

DIP蛇の目基板を使用している。ワイヤード配線でもプリント基板と同等以上に実装密度が上げられる

〈写真3-2〉
ワイヤード配線の例

これは5桁のカウンタである。基板の上半分が5桁の表示器への配線，下半分はカウンタ用LSIの周辺配線。細い裸より線にエンパイアチューブをかぶせて配線した。この配線ではクロスや重なりは一向にかまわないから，プリント配線よりはるかに実装密度を高くできて小型に作れる

プリント配線は，写真感光技術を応用すれば一枚のネガから一度に数百・数千ものポジ基板を得ることができますから，量産の場合は1つ1つ部品間を電線で連結するのと比べれば，桁違いに作業能率が上がり，ネガが正しければ誤配線がなく，ロボットなどによる自動配線・点検調整までが可能なので，現在では量産機器のほとんどすべてがこの方法を採用しています。

もちろん私たちアマチュアもこの手法を真似ることは可能で，そのためのプリント基板製作キットなどの材料も市販されています。しかし本来，このプリント配線法は量産化・自動化を前提にして開発されたものなので，たかが1台や2台の機器を作るのにこの方法を採用するのは，かえって手間暇がかかるだけで全くといってよいほどメリットはありません。

あえてメリットらしいものを探せば，たとえば雑誌などに発表された製作記事に基づいて製作するようなとき，パターンがそこに示されていればそれをそのままそっくりコピーすれば間違いがない，またパターンの長さ間隔などが結果に影響する高周波回路などでは再現性が良い，とか仕上がりがメーカー品のようで格好がよい，などでしょう。

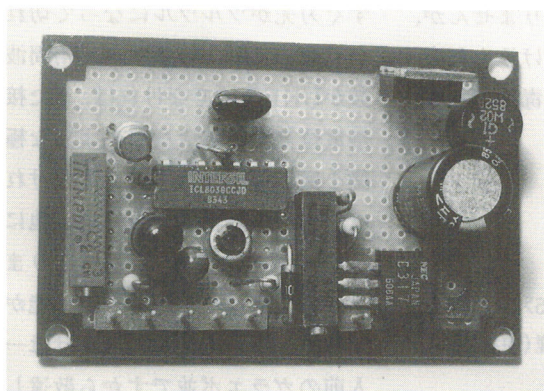
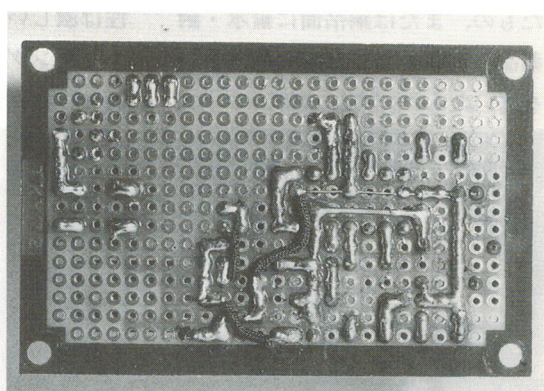
しかし人真似ではなくて，回路図から自分でパターンを起こすとなると，これにはかなりの経験が必要で大変なことです。片面基板（基板の表側に部品を装着し，裏側に配線パターンがある基板）を利用する場合は配線を交差させることはできませんから，ちょうど迷路

パズルを考えるのと同じ要領で，敷線の発展を閉鎖しないように，交差しないように，さらに敷線間容量が問題になる場合は，平行する距離が最短となるように，かつ最短距離で，最も敷線の数が少なくなるようになどを合わせ考えながら，部品配置を決めパターンを書いて行きます。何度も何度も書き直して検討しなければなりません。どうしても交差してしまう場合は，部品の端子ピンの足を利用して逃げます。ジャンパー線を使用して交差させる手もありますが，できるだけ使用しないのが原則です。ジャンパーを使用した分だけプリント配線の利点を殺していることになるわけですから。

私たちの製作のようにただ一台だけ製作する場合は，前章の写真2-12に示した丸い蛇の目状のパターン(ランドといいます)だけが縦横にビッシリと並んでいる通称「蛇の目基板」というものを用い，先ずこれに部品の端子ピン間をワイヤード配線(電線で配線すること)で結ぶ方法をおすすめします。これなら回路図を前にああでもない，こうでもないとパターン図を書いたり消したりして考えている間に配線が完了してしまいます。メーカーでも最初の試作段階では，基板上の最適部品配置やプリントパターンのレイアウトを決定するために作図と平行してこの配線方法を用い，あれこれ検討しながら進めて行きます。メーカーの場合，この試作は最適プリントパターン決定のために行うものなので，この配線方法であれば部品配置の移動や配線の引き回し変更が容易に可能だからです。

筆者が製作した，色々なワイヤード配線基板を**写真3-1・3-2**でご覧ください。プリント配線と同等，またはそれ以上に実装密度を高めることも可能なことがお解りいただけると思います。しかしこの方法でも，最初にICのピンの向き・部品のリード線の位置など，始めに全体をよくよく見通して，配置を決めてかからないと配線が重なり混み合ってクモの巣が絡み合ったようになり，移動や変更・点検などができなくなってしまいます。

プリント配線とワイヤード配線を折衷したような配線法に，蛇の目基板のランドをハンダでつないでブリッジさせ，塗りつぶして行くやり方があり，これなど正にアマチュア的な配線法と言えましょう。**写真3-3・3-4**は，この配線法で製作した基準電圧発生器の試作基板です。塗りつぶし配線後，使用しなかった空きランドをすべて削り取ってしまえば，プリント配線とおなじようなパターンが残りますから，本格的なプリント配線化のための前試作にも有効です。

更にアマチュア的な簡易な配線法として，バラック配線と呼ばれるものもあり，簡単に実験など回路規模が小さい場合は体裁さえいとわなければ，即座に作れて便利です。バラックといっても，直接部品どうしを空中配線で接続したのでは，草月流の生け花をひっくり返したようになって動かすこともできなくなりますから，やはり基板を使います。蛇の目基板を裏返してパターンを端子の代わりに用い，ここに部品をハンダ付けしておき配線で結びます。DIP部品を使用しないなら，基板はDIP蛇の目ではなく，5mm間隔の蛇の目基板を用いたほうが楽でゆったり作れます。

〈写真3-3〉 ランド塗りつぶし配線の例①

〈写真3-4〉 ランド塗りつぶし配線の例②

プリントパターンレイアウトのための試作で，一部ワイヤード配線を併用している。
配線後，未使用のランドを削り取ってしまえばプリント配線のようになる

プリント配線基板の作り方

前述したようにアマチュアの製作では，特にあまり大きな規模の回路を扱わないビギナーの方の製作では，プリント配線方法を用いることは全く不経済であり時間の無駄以外のなにものでもありません。しかし，趣味である以上は「おやめなさいよ」という理由はなく，物によっては例えば一部のUHF高周波回路などでは，どうしてもプリント配線法を採用しなければ確実な動作が期待できない場合もありますから，一度くらいは実習して経験しておくことは必要でしょう。ただし後述するように，薬品の取扱や廃液の処理などめんどうな問題も付随することを承知してください。

プリント基板の材料は，ベークライトやガラスエポキシ(普通ガラエポと略称します)などの電気絶縁材の板の裏面に，薄い銅箔を糊で接着してあるもの(通称，なま基板と言っています)です。この銅箔面に感光材料を塗り，配線パターン図を重ねて感光させ，現像処理したもの，または銅箔面に耐水・耐薬品性のインクで配線のパターンを書いたもの(市販の専用パターンレタリングシールを用いても良い)を塩化第二鉄の溶液に浸し，配線に不要な部分の銅を腐食溶解させて作ります。

腐食溶解操作をエッチングといいます。エッチングによって液に露出した部分の銅は溶解しますが，パターン部分だけは薬品に侵されないので絶縁板上には配線パターンが残るわけです。

基板には配線だけでなく，部品をハンダで固定するスペースが必要です。部品の端子ピンを取り付けるスペースのことをランドまたはフィレット，配線に相当する部分をラインと呼んでいます。ランドには表側(通常，部品を実装する側を表，プリント配線側を裏側と言います)の部品のリードを裏側のパターンに電気的，または機械的に固定するための小穴を穿ちます。

プリント基板には片面基板と両面基板がありますが，両面基板とは部品の表側の部品実装面にも敷線パターンがある基板です。両面基板の設計製作は，私たちにはきわめて困難ですからここでは扱いません。

薬品の塩化第二鉄そのものの毒性は激しいものではありませんが，エッチングした銅の溶け込んだ廃液は強い毒性を示し，毒物劇物取締法の対象になるので必ず炭酸ソーダと水酸化カルシウムなどを混合した中和剤を使用して，無毒化してから廃棄しなければなりません。この中和剤は**写真3-5**のような包装で，プリント基板材料店などで入手できますから必ず塩化第二鉄と併せて購入してください。中和剤は廃液100cc当り約80グラム弱が必要です。なお，廃液はもちろん，中和剤そのものも無害とは言えませんから作業中衣類や皮膚につけないこと，作業場所に幼児たちが接近しないよう注意することが必要です。面倒だからとか，小量だから実害なかろうなどと安易に考えてそのまま下水などに流すと法令に抵触し処罰を受けることはもちろん，下水のU字管や排水管を腐食させてしまいます。放流下水といえどもその水質は，自治体などが厳重に監視していてすぐにバレて見つかってしまいます。

〈写真3-5〉
廃液処理(中和)剤

基板材料にはガラエポが電気的性能も優れ，基板の見ばえも高級感があって良いのですがなにしろ硬いのです。切断が容易でなく，カッターの刃がすぐに駄目になります。ドリルの刃も長持ちせず，すぐ刃先がツルツルになって切れなくなってしまいます。使用周波数がUHF領域でなければ，また接触電位差や筋電流などのような極微小電流電圧を扱うのでもなければ，ベーク基板で十分です。他にも紙エポキシという材料もありますが，これはガラスほどの性能が期待できないくせに硬さだけは一人前のガラエポ並ですから敬遠したほうがよいでしょう。

初めに生基板の上に搭載する部品を並べてみて，必要な基板の面

積を割り出します。ここで，部品はただでたらめに並べるだけではいけません。常識的な約束ごとがあります。例えば入力部と出力部はできるだけ離すこと，電源部はこの両者と別ブロックにすること，などいろいろあります。部品の向きも重要で，例えばICのピンの位置とパターンの関係などは，これで決まってしまうので慎重に検討しなければなりません。回路図とニラメッコしながら何度でも納得できるまでやり直します。

基板の必要面積と一応の配置が決まったら，これを方眼紙上に実物大に書取ります。このとき，部品のピンの位置を必ず書いておきます。そして，いよいよ方眼紙上の各部品のピン間を結ぶ配線パターンを書いてゆくわけですが，配線パターンは交差することができないし，ピンの隙間やリード線の間をくぐりぬけたり，部品の下を這ったりしながら最短距離で最適な形で回路円を具象化してゆかなければならないので，まさに複雑怪奇な迷路クイズを作るより難しく，神経がすり減ります。

もちろん電流が多く流れる部分やインダクタンス分を持ってはいけない敷線はそれなりに太く，敷線間容量を重視するなら他の条件を勘案した上で，細くしなければならないこともあります。そんな程度の説明では解らない，どうすれば要領よくうまくパターン化できるのかを示せと詰め寄られても，こればかりは回路や部品，その配置まで千差万別，基板設計用のコンピュータでもあれば別ですが，なければ何度も何度も書き直して，より完璧に限りなく近付ける努力をする以外にはない，としか言いようがありません。コンピュータが書いたパターンだって，かなり改善の余地があるという話です。

筆者も本誌に製作記事などを発表することがありますが，回路図は示しても，めったなことではプリントパターン図までは書かないことにしています。たった一台作るのにプリント配線でもなかろう，というのがその表向きの理由ですが，十分な時間がないままに不完全なものを示して読者の方から「こうした方がもっとスッキリして合理的ではないのか」などの指摘を受けるのが怖いのです。ご指摘が正しい場合，もう筆者の面目丸つぶれですからね。

それほど回路図のパターン化は，回路図が複雑になるほど最適化がむずかしく，やってもやってもなおこうした方が良かったと後悔が残るものです。奥が深くまさにアートの世界です。ちなみに回路図をパターン図化する作業のことを「アートワーク」と言います。だから別の見方をすればこんな面白いものはなく，プリント基板作りの中でもっと楽しい仕事である，とも言えましょう。アートワークの実例は第5章をご覧ください。

回路図をパターン化するときに注意しなければいけないのは，実際に部品を装着するのは基板の表側であり，そのピン間を結ぶ配線パターンは裏側にある，ということです。だから両者の関係は裏返し，つまり左右あべこべになります。そんなこと，当り前だと思われるかもしれませんが，ついうっかりしてこのような失敗は意外とやりやすいものです。余談になりますがパターン作りに限らず，数桁の数字表示器へ裏側から配線する際，数のウェイト順が表と裏では逆になることを忘れて，数の重い桁を表示面に向かって左側に配線してしまった，などの失敗もよくやります。

そこで部品配置とピン位置の図ができたら，これを明るい窓ガラスなどに透かしてもう一度紙の裏から表の図をなぞり，パターン面から見た図を作っておく必要があります。窓ガラスを利用して行うと，この作業はなかなかに辛いものなので写真のリバーサルフィルムなどを見るライトボックスが利用できれば便利なのですが本などを積み重ねて台にし，ガラス板を載せて下からスタンドなどで照明し，インスタント転写装置を構成することもできます。この裏面パターン図は，表面部品配置図とと

もに部品を実装するときに見比べながら組み上げてゆくときにも必要になります。

裏面パターン図ができたら今度はこれを生基板に転写します。先ず，生基板を細かなサンドペーパーでムラなくきれいにピカピカに磨き上げておきます。折角磨いても時間が経つと表面に酸化膜ができてしまいますから，転写直前に磨くようにします。生基板への転写は本格的には，パターンのみを薄手のトレシングペーパに黒に極細のサインペンや転写用のレタリングシールなどを使用して写し取り，生基板に感光剤を塗ってこれを太陽の直射光などで感光させ，現像液で現像して作ります。キットも市販されており，詳細な説明書も添付されているので興味のある方は試みられるとよいでしょう。

この方法では感光剤を均一にムラなく生基板に塗布することが重要で，かなり経験を重ねる必要があるようです。説明書には遠心力を利用して生基板をクルクルと高速で回転させながら塗るとよいなどと書いてありますが，これは言うは易く，実行は難しいことです。しかし，たった一枚の基板を作るだけなのにアートワークでさんざん苦労した上に，さらに感光だの現像だのまで登場してはせっかくの製作意欲も消えてしまいそうです。

感光材料などを使用しなくとも，転写工程は手書きでもできます。パターン書き専用のフェルトペンでパターン図を見ながら，生基板の銅箔面にそのとおり書き写してもよいのですが，カーボン紙を使ってパターン同箔面に転写してから専用ペンでなぞって塗れば，比較的原図に忠実に書けます。しかし，小さなランドを丸く書くのはきわめて困難ですから転写シールを使った方がよいです。

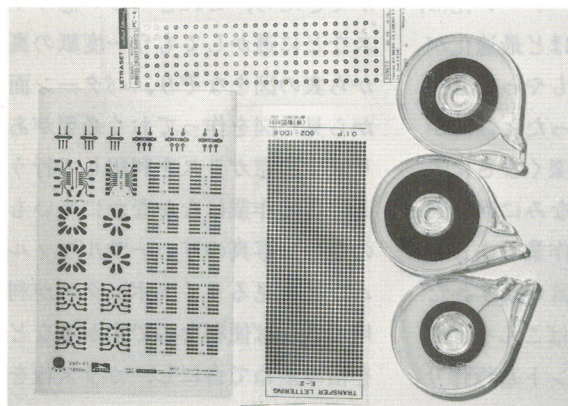
写真3-6のような，ライン・ランドなどのパターン素材がシールやテープになって市販されているので，これを購入して基板に転写します。転写はシール上の必要なパターンを基板面に当てて，シールの裏面から先の丸い鉛筆や専用具でこすれば容易に転写できます。ラインはフェルトペンを使って手書きしてもよいのですが，ランド部分だけは転写シールを利用した方があとあと穴あけの際，楽です。ラインを引くにはフェルトペンやシールの他に，色々な太さの専用粘着テープもありますのでこれなどを使用すればムラのない一定幅の線が引け，カーブも自在です。実際にはいろいろ併用するのがよいでしょう。

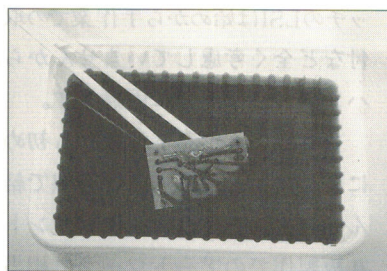
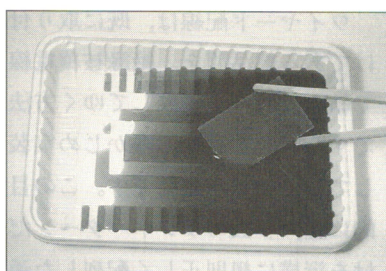
パターン上に色々な記号，例えばQ1・＋・－・IC1などを書きこんでおくと，部品搭載のときわかりやすいですね。この用途には，デカドライなどの文字転写シールが使えます。

基板への転写するときの注意としては，折角磨いた銅箔面に指紋・油脂などの汚れを付けないことです。エッチングのとき，汚れの部分が溶解されずに残り，パターンをショートさせたりすることがあるからです。

パターンを写し終えた基板は，隣接するランドやラインどうしが接触していないか，リボンやシールを使用した場合はこれが銅箔面から浮き上がっていないか，などをしっかり点検しておきます。よかったら次はエッチングです。

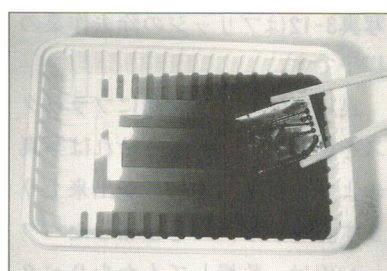
エッチングに使用する塩化第二鉄はもともと黒砂糖の塊のような固形物ですが，水に溶解した水溶液も市販されています。私たちが使用するには水溶液のものが便利です。どちらも衣類などに付くと濃い黄色に染まり，血液が付いたときのように容易には取れません。取扱に注意してください。

エッチングの容器にはアルミなど金属製のものは使用できませんから，基板の大きさを十分にカバ

〈写真3-6〉
転写シール，
転写リボン

もともとアートワーク用のものだが，耐薬品性があるのでこのままプリントパターンの製作に使用できる。リボンには種々の幅寸のものがある。プリント基板材料店，画材店で入手できる

〈写真3-7〉エッチング工程①

〈写真3-8〉エッチング工程②

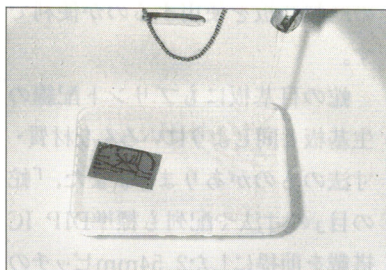
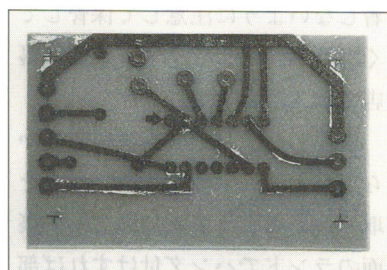
〈写真3-9〉エッチング工程③

〈写真3-10〉エッチング工程④

〈写真3-11〉エッチング工程⑤

ーする，陶製の底が広くて浅いお皿かそれに似た容器を利用します。筆者は**写真3-7**のように，やきそばや菓子パンなどが入っていた容器をよく洗って利用しています。

基板の露出面積に対してエッチング液量が多いと無駄が出ますし，少ない場合はエッチング反応が途中で停止してしまいます。ではどのくらい？というのは溶液は銅の露出面積に対して作用するので，いちがいには言えませんが目安としては安全率を見て10×10cmの基板一枚を仕上げるのに，200cc程度あれば良いでしょう。

この溶液中に基板を入れればエッチングが始まります。このとき，**写真3-8**のとおり基板は必ずパターン面を下にして入れます。これはお皿のような浅い容器でエッチングするときは，重要なノウハウです。溶けた銅を分離沈下させ，常に新しい銅面を薬液に接触させるためで，エッチング進行の様子を見ようなどとパターン面を上向きにしておくと，いつまで待っても進行しません。ですからエッチングの進行の様子を知るには，割箸などでときどき基板を裏返して見なければなりません。**写真3-9**は裏返して進行の様子を見ているところです。

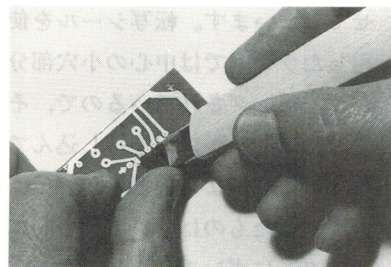
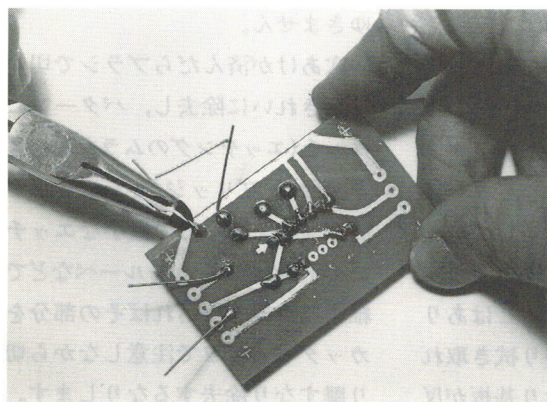
エッチングは化学反応ですから液温が低いと反応が遅く，冬場などは上記面積程度の基板一枚仕上げるのに1時間以上もかかることがあるので，電熱器などで下から加熱してやります。液温を50℃くらいにすると10分ほどで完了しますが，温度が高過ぎると基板が反ってしまいます。エッチング中，液がこぼれない程度に容器を静かにゆすってやれば進行が早まります。ときどきゆすってやることは，気泡によるエッチングむら発生の予防にもなります。裏返して見たときに部分的に進行がひどく遅れているような部分があれば，割箸の先に脱脂綿などを巻き付けその部分だけ液中でそっと擦ってやります。

エッチングが完了したら，速やかに基板を引き上げます。そのままにしておくとどんどんパターンが細りますから，すぐに**写真3-10**のようにきれいに水洗いした後，水分を拭き取り自然乾燥させます。水分が基板にしみ込むことはあり得ませんから，しっかり拭き取れば乾燥させると，やはり基板が反ってしまい元にもどらなくなります。**写真3-11**は水洗後の基板です。

乾燥したら転写シールをはがします。インクで書いたものは，シンナーやトルエンなどで拭き取ってやればきれいなパターンが現れます。続いてパターンが酸化しないうちに，ランドの穴あけを済ませてしまいます。転写シールを使用したランドでは中心の小穴部分がエッチングされているので，その位置にドリルの刃を落し込んで穴あけすればよいのですが，インクで書いたものはランドの中心にセンターにポンチを打ってから穴あけしないと，刃が滑ってうまくゆきません。

穴あけが済んだらブラシで切り粉をきれいに除去し，パターンにタッチ(エッチングのムラなどによる接触)やブリッジ(とくにランド間，ライン間などの微小なエッチング不良)がないかをルーペなどで細密に点検し，あればその部分をカッターナイフで注意しなから切り離すなり除去するなりします。

写真3-12はブリッジの除去作業の様子です。

良ければパターン面にフラックスを塗布して，乾燥させれば写真のようなプリント基板が出来上ります。フラックスを塗布したパターン面は，乾燥してもかなりベタベタしますからゴミやほこりが付着しないように注意して保管してください。フラックスは基板材料店で購入できます。

製作したプリント基板に表面から部品のリードや端子を，向きを取り違えぬよう慎重に挿入し，裏面のランドでハンダ付けすれば部品は固定されますから，**写真3-13**のように部品の余分なリード線を切取って完成です。写真3-7から3-13までは第５章で製作する試験発振器の工程の一部の写真です。第５章と併せてご覧ください。

ワイヤード配線

〈写真3-12〉エッチング工程⑥

〈写真3-13〉エッチング工程⑦

ワイヤード配線は，既に取り付けてある部品間を，絶縁被覆電線で結んで回路を構成してゆく方法ですから，部品をあらかじめ実装しておく基板が必要です。この目的には，多数のランドパターンだけを縦横に規則正しく配列した通称「蛇の目基板」と呼ばれる市販の既製基板を使用するのが便利です。

蛇の目基板にもプリント配線の生基板と同じようにいろんな材質・寸法のものがあります。また，「蛇の目」の寸法や配列も標準DIP IC搭載を前提にした2.54mmピッチのもの，5mm間隔のものなど色々あります。回路規模に応じて適当なものを選択しますが，最近の電子部品のピン間隔はDIPピッチに合わせてあるので，DIP配列の基板が実装に便利です。

最近のIC，とくにLSIでは1.3mmピッチDIPやフラットパッケージのものも多いのですが，これに対する蛇の目基板はピッチが細かすぎて製造が無理なので，現在市販品がありません。このような部品を使用する場合は，５章に出てくるような専用の基板を利用するか，自分で精密なプリントパターンを起こさなければなりません。専用基板を使用するにしても，このピッチのLSIは始めから手作業での取付など全く考慮していませんから，ハンダ付けは非常に困難です。

さて，ワイヤード配線でも初めに部品のピン・リード間を線で結んで結線図を作ります。プリント基板製作でのアートワークに相当する作業で，この結線図の善し悪しが結果に大きく影響します。最短距離で部品間を結び，しかもできるだけ敷線の密度が平均化するように，図面上で部品の配置やピンの位置を色々と変えてみたり，結線を引きなおしたりして最良の配置と配線を検討します。しかしプリント配線のアートワークと異なって，敷線が交差することは一向にかまわないのでこの点は気楽です。

交差が多いと図面の線が単色だけでは見にくくなるので，色分けするとよいでしょう。例えば電源回路は赤，入力回路は黄，出力回路は緑，接地は黒，というようパート毎に色分けして書きます。そして実装配線もこの色分けどおりの電線で行えば，完成時の点検も楽だし誤配線も少なくなります。実装するときは部品は基板の表に装着し，結線は裏面で行うので相互の位置関係が左右逆になることは，プリント基板の場合と全く同様ですから注意しなければなりません。

したがって配置配線図は表面から見たものと，裏面から見た図と２枚作っておく必要があります。この図面からその回路を搭載できる蛇の目基板の面積，縦横の寸法が決まります。適当な面積の基板が市販品に無い場合は，より大きな面積の基板の両面からアクリル

カッターで深い溝を切り込んで，いっきに曲げれば直線に折れますからそのようにして作ります。

配線は多芯のビニール被覆線で行います。被覆は配線する先端を僅かに剝ぎ，線の先端がバラバラにケバ立たないようにあらかじめハンダで固めておきます。このときも加熱し過ぎると，ビニールの被覆が溶けてずっこけますから先端部にペーストを少し付けて，チュッと一瞬で固めるのがコツです。

それでもビニールが熱のために収縮して，むき出しの線の部分が長くなりすぎましたら，先端を適当な長さにニッパで切ります。筆者は必要な場合は，熱に弱いビニール線を使用せず，予めハンダメッキしてある極細のより線を使用し，線間絶縁にはこれも極細の色分けのエンパイヤチューブをかぶせる，という手法を愛用しています。

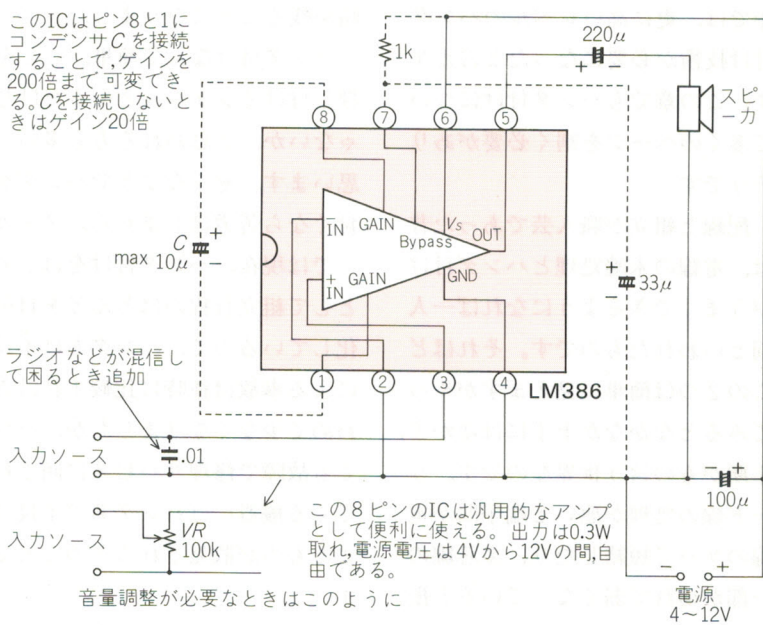
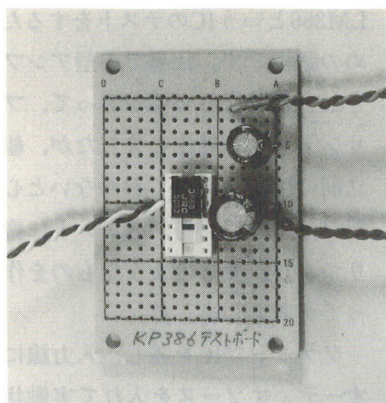
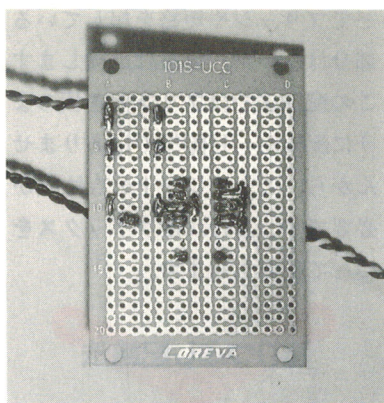
この配線法では，ランドにハンダ付けした線の裸のむき出し部分をなくするように配線することが重要です。ハンダごてのこて先に乗せるハンダの量が多すぎると，隣のランドにブリッジします。適量の加減が大事です。ブリッジしてしまった場合は，こて先で再加熱してハンダの表面張力を利用して分離するか，より線の先などでハンダを吸い取ります。しかし，こんなことを何度も繰り返していると配線のビニールが溶けたり，ランド剝離を生じたりでろくな結果にはなりませから，始めからブリッジなどしないよう慎重にハンダ付けをすることが大事です。

配線が完了したら誤配線はもちろん，ハンダかすや配線のケバなどでブリッジや短絡を起している部分はないか，慎重に点検します。この配線法ではプリント基板のように配線が一目瞭然ではありませんから，ことのほか十分な注意が必要です。良ければフラックスを塗って乾燥させます。

塗りつぶし配線法

説明より**図3-6**と**写真3-14•3-15**を参照していただければ，一目瞭然のことと思います。フィレットをハンダでブリッジさせて(塗りつぶして)，配線します。配線に電線は用いません。この配線法に便利な基板は，特に名称はないようですが，部品屋さんでは万能基板などと言っているものです。

14ピンDIP IC2・3個程度の製作にはこのような基板を利用すると便利で，部品配置をよく考えればかなり実装密度を上げることもできます。図3-6の回路はスピーカを鳴らす小出力の増幅器で，LM386というICのテストをするための基板です。仕事で小型アンプを20台ほど作る必要があって，プリント基板を発注しましたが，組立前にICを試験しておかないと心配だったので，インスタントに塗りつぶし法でこのようなものを作ってテストしました。

ソケットにICを差し，入力線にオーディオソースを入れて実働状態でテストするものです。ICのソケットは，間に合わせなので14ピンのものを流用しています。このICは小型アンプとして色々な用途に利用できます。回路図に，実用する場合の注意なども添え書きしておきましたので皆さんも作ってみてください。100kHz程度までかなりなゲインがありますから，センサ用アンプなどにも使えます。スピーカを1kオームの抵抗で置き換えて，電圧増幅器としても使えます。お値段も200円以下で，大変にコストパフォーマンスのよいICです。

【図3-6】LM386を使用したオーディオアンプの回路

〈写真3-14〉塗りつぶし配線法で配線したアンプ①

〈写真3-15〉塗りつぶし配線法で配線したアンプ②

たかがハンダ付けくらい，とナメてかかってはいけません。ハンダ付けは電子工作にとって不可欠かつきわめて重要な作業であり，技術です。新しい部品を使用する新しい電子工作であっても，手作業でハンダ付けを行う限りは原理原則は昔と変わりなく，むしろ部品の熱容量が極端に小さく，熱に弱い半導体を大量に扱う現在の工作では，更に高いレベルのハンダ付け技術が必要になったと言えます。この章でもハンダ付けについて多くのページを割く必要がありそうです。

配線と組立が職人芸であった昔は，電線の末端処理とハンダ付けがうまくできるようになれば一人前といわれたものです。それほどこの２つは簡単に見えますがやってみるとなかなか上手にはゆかず，年期がもの言う世界なのです。リード線の処理が悪いと端子間が電線のケバで短絡したり，多芯線の一部が切れて弱くなっていると振動で断線したりします。

ハンダ付けも，外見はしっかりついているようでも内部が空洞になっていることがあり，このようなハンダ付けを昔の職人はテンプラといいました。不必要に大量のハンダを盛り上げたものを，イモ付けといいます。こすりつけたようなハンダ付けを，壁塗りといいます。テンプラ・イモ・壁塗りなどはすべて後日の事故の原因になります。プリント配線法が当たり前の現在では，末端処理を要するリード線の本数は圧倒的に減少しているので，ハンダ付けだけに問題が残ることになりました。

ハンダ付けなんて簡単，こてを押し付けてジューッとやるだけじゃないか，と思われる方も多いと思います。そんなことでハンダが付くなら苦労はしません。メーカーでは現在，ハンダ付けをはじめとして組立行程のほとんどを自動化しているので，ハンダあげ不良による事故は往時に比較すればきわめて少なくなりましたが，それでも故障で修理サービスに回されてくる機器にはハンダあげ不良によるものが散見されるとのことです。

手作業でハンダ付けをしていた時代はこの事故はかなりの件数に上ったので，からげ配線といって先ず部品にしっかりとリード線を絡み付けておいてからハンダあげをする，という配線法が必須とされていました。その点プリント配線では部品のリードを基板の穴にただ差し込んだ状態でハンダ付けするので，手作業ではよほど根性を入れてハンダ付けしないといけません。もっとも部品がとても小さく軽量になっているので，衝撃が加わったときなど接点にかかる力が少なくなってはいますが，油断はできません。それに扱う部品は本質的に熱に弱い半導体が多いですし，受動部品も容積が小さいということはそれだけ熱容量も小さいので，うっかりするとすぐコテの熱が部品の内部にまで回って不良にしてしまいます。

部品のリードやピンの間隔は，極端に狭くなっています。接続してはならないパターン間や隣合ったピン・リード間をハンダで短絡してしまう不器用な失敗をブリッジ事故といいます。こての温度が高過ぎるとハンダがこてに乗らず，表面張力により小さな球状になってコロコロと周囲に散乱しプラスチック製の絶縁材料や容器を溶かしたり，時にはそれがピンの間に挟まってブリッジすることもあります。

ワイヤード配線の場合は，ICのピンの所で配線のケバがブリッジを起こすことがあります。ブリッジはあとあとの発見が困難で，見落とすと運の悪い場合はショートで部品やパターンを焼損させる場合もありますので，ハンダ付けのとき第１番に注意しなければなりません。ICを使用した工作ではこ

の事故がかなりあります。

ハンダ付けがうまく行かない原因には色々ありますが，
①ハンダを付けようとする接合点が酸化または硫化，油脂などで汚染されているとき。接点がハンダ付けに不適当なものでメッキされているとき。ハンダが不良品のとき。
②こての温度が適当でないとき，こての先が整備されていないとき，こてを接点に当てる時間が不適当なとき，こての持ち方が悪い，などです。

①の接合点の酸化，硫化などの原因による不都合は少し古くなった部品，自作したプリントパターンなどで起こります。私たちの周囲の大気は自動車の廃ガス・腐敗物などが発生する硫化水素などで汚染されています。銀のライターや指輪がいつのまにか真っ黒になってしまうのは，大気中に含まれる硫酸分によって表面に銀の硫化物の膜が生じるためです。電子部品のピンの多くには銀メッキがしてあるので硫化しやすく，硫化物の膜はハンダを受付けませんし，電流も通しません。

メッキをしていない銅は，空気中では酸素と速やかに化合して表面に酸化膜を作ります。ピカピカに磨いた銅板を放置しておくと，数時間でその光沢が失なわれるほどです。だから出来上がったプリント基板を2・3日そのまま放置しておくとパターン面に酸化膜が出来て，ハンダが付かなくなってしまうことがあります。硫化に強いと言われるクロームメッキしたリード・ピンなども，メッキのわずかなピンホール・傷などから空気や水分が侵入するので内部が酸化し，古くなるとメッキがボロボロに欠落してやはりハンダの乗りが悪くなります。

やっかいなことに酸化膜も硫化膜も丈夫で，強く拭いたくらいでは取り去ることができません。目の細かいやすりや紙やすりなどで，丁寧に削り取るしかないのです。ICピンや電気接点に生じた硫化膜については大きなアクセサリー店に行くと高価ですが,「銀の汚れ落し」なる薬品を売っているので，これを小さなブラシなどに付けてこすればきれいに除去できますが，作業中に毒性のある嫌な臭いのガスを発生するので使用に注意が必要です。

ハンダ付けする接合点が，手垢などの油脂で汚れているとやはりハンダが乗りません。自作の基板のパターン，いじり回した部品のリードなどは油脂や手垢がつきやすいものです。この場合は，無水アルコールでていねいに拭き取ります。

電気工具店にはいろんなハンダが売られています。私たちが利用しやすいのは糸ハンダといって，細い電線のようなハンダです。内芯にフラックスというヤニが入っていて，これがハンダ付けの際溶融して周囲を清浄化しハンダを付き易くします(フラックス入りの糸ハンダをヤニ入りハンダ，スパークルハンダなどとも言います)。しかしフラックスはペースト(後述)よりは，ややこてが高温であることを要し清浄作用もペーストよりは緩慢なので，慣れないとフラックス入りのハンダだけではなかなかうまく付きません。

ハンダは錫と鉛の合金で，その混合割合によって性質が変化しますが私たちが使用するレベルでは60%ハンダと呼ばれる組成比のものが標準的で安価，かつ使い良いでしょう。市販品にはこの混合比付近で組成を僅かに変え，より低温でも溶融するように作ったものがあり，これは低温用ハンダと呼ばれています。半導体など熱に弱い部品のハンダ付けには適当で，作業も楽です。

少々の酸化した接合点ぐらいなら，磨かなくともペーストを使用することで簡単に上手にハンダ付けすることができます。ペーストは加熱によって薄い酸化膜を破壊し，接合点を清浄化する働きをします。しかし一方，部品や基板を腐食させたり部品内にしみ込んで絶縁低下を起こしたりする副作用があるので使わない方がよい，と

言う方もあります。ですが，特に初心者の方がハンダ付けをする場合は，フラックスだけの作業は賛成できません。付きにくい接点をペーストなしで長時間加熱して，部品を焼け焦げだらけにしたり劣化させてしまうよりは，小量のペーストを使用してジュッと一気に要領よく済ませてしまうほうが，ずっとましな場合が多いからです。

部品や周囲に飛び散って付着したペーストは，あとでスーパーチェックなどの基板洗浄剤で拭き取ればよいのです。もちろん，ペーストは出来るだけ小量使用することが原則です。アルコールやベンゼンで拭いても除去できます。ペーストはベタベタ多量につけても効果は同じで，あとの汚れ取りの掃除が面倒になるだけ損です。

ペーストを常用されている方の中に，ときどきペーストかんの中にこて先をジュッと突っ込んでは，こて先を清浄しながら作業を進めているのを見ますがあれはペーストを変質させ，汚染もするのでやめましょう。こて先の消耗も早くなります。海綿スポンジに水をふくませたものか，硬くしぼった雑巾を底の浅い空かんなどに入れておき，これにときどきこて先をなすって清掃します。

【図3-7】ハンダごて温度調節器の回路

ペーストを使うにしろ使わないにしろ，いづれにしてもハンダ付けを行う場合は事前にまずこて先を清掃し，ハンダ付けをしようとする接点を清浄に磨いておくことがだいじな前提です。

②のこての温度管理は，ハンダ付けの成否を左右するだけでなく，こて先の機能維持や寿命にも影響します。組立修理工場などでは，こての温度を何度も一定に保つために専用のオートマチック調温こて台を使用しています。

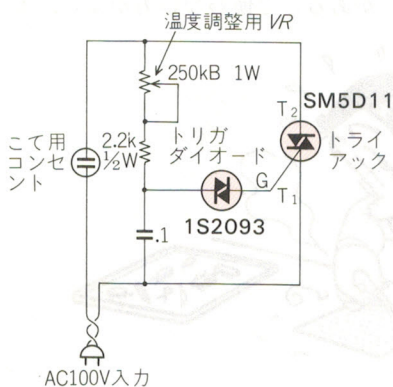
私たちアマチュアの場合，こての温度が低くなりすぎることで生ずる不都合は，こての容量に比し熱容量が非常に大きい接点をハンダ付けしようとする場合などを除いてはあまり起り得ず，低い分にはこて先の機能維持や寿命には悪い影響はありません。高い場合が問題なのです。

配線図とにらめっこしながら1・2ヶ所付けてはこてを放置して，考え考え配線してゆくことが多い私たちのハンダ付けでは，こて先から空中に放射拡散される自然放熱量よりもヒータからの加熱量のほうが上回り，こて先温度は放置時間とともに次第に上昇し，過熱状態となります。室温の高い夏場ではこの現象は一層顕著になります。過熱するとこて先の酸化速度が一段と加速され，こて先に酸化膜が急速に厚く成長し，ハンダが乗らなくなるだけでなく，膜自体の熱伝導が悪いので接合点を効率的に加熱できず，空中への熱放散も行われにくくなり，こて先の温度はますます上昇します。

その相乗によってこて先はやがて酸化でボロボロになり，ついには使用不能になってしまいます。こて先の熱容量が小さくて細いIC用のこてなどでは，特に注意しないとたった一度の工作でこて先を駄目にしてしまうことがあります。

以前は，酸化がひどくなってハンダが全く乗らないような状態になってしまったら，一度電源を切り，こて先の酸化部分をやすりで削り取り，通電してこて先にきれいにハンダメッキをしてから再び作業にかかったものです。こて先の酸化は特別に過熱しなくとも通常の使用による加熱でも進行します。使用しなくとも室温下でも少しづつ進行します。だから昔は，ハンダ付けをする前に先ずこれでこて先を磨くのが常識でした。

現在市販されているハンダごてのこて先(チップ)は昔のようなムクの銅のままではなく，表面に厚い酸化防止のためのメッキがしてあります。当然このようなこて先はやすりがけは厳禁で，折角のメッキを削り取ってしまうことになるからです。しかしメッキがしてあるからと安心は禁物です。こて先のメッキは作業中，常に接合点と接触して傷つき，摩耗します。傷や摩耗によって生じたピンホールから侵入する空気や水分がメッキと銅の境界部分を侵し，やはり酸化が進行します。メッキがすっかりダメになってしまったら昔ながらの方法で削り取りながら使用するか，新しいものに交換しなければなりませんが，そうなる前の注意とメンテナンスが必要です。

作業中こてをできるだけ過熱させないこと，チップ先で接合点をゴリゴリとこじるような無茶はし

ないこと，使い終わったらこて先にこびり着いたハンダカスを湿ったボロ布などでよく拭き取り清掃し，できれば先端部に改めてハンダメッキをして次回の使用の準備をしておくこと，のこの3つだけは最低実行するよう心がけたいものです。

こての過熱防止については，過熱防止こて台なども市販されていますが，自作も簡単です。簡易な回路例を**図3-7**に書いておきました。調温は手動式です。しかしこんな簡易型でもあるのとないのとでは大違い，その効用は絶大です。ぜひ製作してください。

作業中こてをおいて置くこて台は，放熱フインのついた市販品を使用するのがベターですが，少し深い目の重い鉄製の灰皿などが使えます。中に清拭用のボロ布をいれて置けるし，タバコを載せる溝の部分にこてを置けば転がらず重宝します。

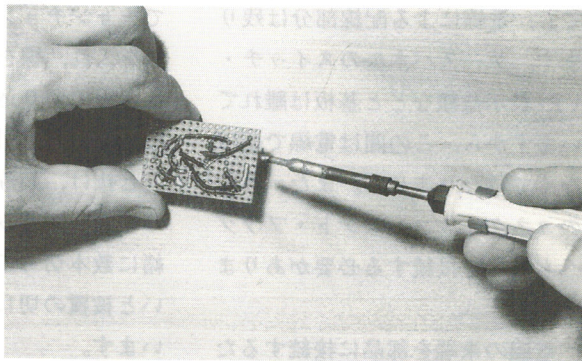
こての持ち方が悪い，というのは少し酷い言い方かもしれませんが，世の中には結構ヘンな持ち方をしている人は多いものです。芸事はスポーツなどもそうであるように，フォームが悪いと何事もうまくゆきませんし上達もしません。ハンダ付けの芸も同じです。こての柄は握って持ってはいけません。柄は親指・人差指に中指を添えて，つまむような感じに持つのです。ペンを持つ要領，お箸を持つのに似た要領と言えばわかりやすいと思います。**写真3-16**に持ち方の要領を示します。

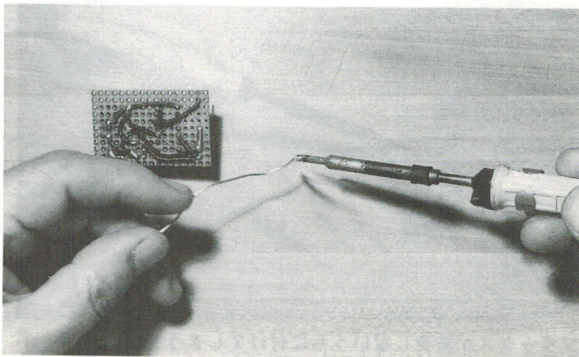
手の下側の部分を作業机にしっかり着け，小指を使ってこてのバランスを取り，こての微動をやります。こうしないといつもこて先がかすかに震えていて，細かい部分の精密なハンダ付けができません。

ハンダ付けは，右手にこてを，左手に糸ハンダを持ち接合点に両者を押し付けてジューッとやるのではありません。このように両手を使ってしまうと細いリード線をフイレットにハンダ付けしたいときなどに困ってしまいます。場合によってはそうする必要もありますが，普通はハンダは予め接合に必要な最小量だけをこて先の上に**写真3-17**のように乗せ，フラックスが蒸発してしまわないうち(煙が出ているうち)に，**写真3-18**のようにサッと接合点に持っていって付けるのです。

乗せるといっても，逆様にすればポタリと落ちるほど乗せてはいけません。こて先に溶けたハンダが表面張力で半球状にくっついていると言った方が適当でしょうか。これは，接合点を覆うであろうハンダの容積をあらかじめ想定した量であり，乗ったハンダを逆様にしてもポタリと落ちない程度の量であることが大事です。ハンダの乗ったこて先の拡大を**写真3-19**でお目にかけます。

接合点の大きさによって乗せるハンダの量は異なるのですから，1回1回のハンダ付けごとに乗せる量が異なります。適量を乗せる，これがコツであり，慣れであり，大事なことです。多すぎとイモ付けやテンプラ付けになり，隣接するランドをブリッジしたりします。少なすぎればムラになってうまくつきません。適量の判定は経験して会得します。原則としてハンダ付けは右手だけで行い，左手は基板に添え，あるいは接合点や部品の位置が動かないように押さえておくなどに使います。

〈写真3-16〉こての持ち方

手のひらの下部を机に付け，小指で移動やバランスを取る

〈写真3-17〉こてにハンダを盛る

電線をハンダ付けする場合などは，左手で電線を持ちます。接合点に当てたこて先はハンダがムラなく広がって行き，接合点のすべてを平均してなめらかに覆うまで動かしてはなりません。これはハンダの量が適当であれば，こて先を全く動かさなくとも自然にそうなって行きます。ハンダの表面張力がスッポリと接合点を覆うのをしっかりと見届けてから，静かにこて先を引きます。

ハンダの量が適当であり，こての温度が適切で接合点が磨かれてあれば，ハンダは生き物のようにきれいに広がり接合点を覆います。小量のペーストをあらかじめ接合点に塗布しておけば，更にスムーズに事が運びます。

電線の末端処理

いくら基板実装の時代だといっても，電線による配線部分は残ります。ケースパネルのスイッチ・VR・表示器類などと基板は離れていますから，この間は電線で結ばなくてはなりません。また，各種のコネクタ・コンセント・プラグへも電線を接続する必要があります。

電線の末端を部品に接続するための処理を末端処理と言います。通常，末端処理とは，コンピュータのＩ/Ｏ(入出力)接続や電話線など，数十～数百本の電線が一箇所に集まる場合の処理を指すのですが，私たちの場合はそんなおおげさな配線はしません。しかし，１本の電線の処理であっても処理についての手順や注意は同じです。

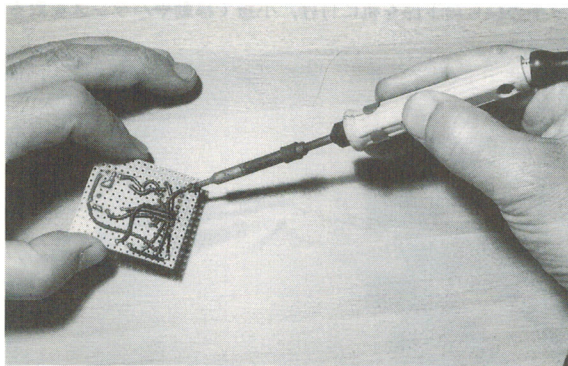
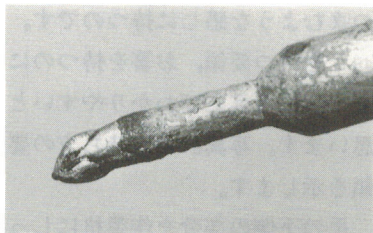
私たちの配線では普通，ビニール被覆より線という数～十数本の細い裸線が束になって，ビニールで被覆されている電線を用います。被覆は剥いで使用します。当り前のことを言うな，と叱られそうですがどういたしまして，コイルを裸線で巻いたり，エナメル線の被覆を剥がないでハンダ付けしようとしたりする方も結構多いのです。

被覆を剥く場合は芯線に傷を付けないことが大事です。ビニール被覆より線の場合は，**図3-8**のように線を回しながら，ニッパの刃先でチョンチョンと被覆に浅い切込みを入れ，線を一方向へまわしながら刃で切り込んだ部分を刃先で軽くくわえて引くと被覆がすっぽりと抜け，芯線に「より」がかかります。切込みが深いと電線も一緒に数本切ってしまいますし，浅いと被覆の切口が汚くなってしまいます。

芯線には軽くハンダメッキをしておきます。「より」をかけるのと「より」にハンダメッキしておくのは，芯線がバラバラに広がらないようにするための前処理で，実装密度の高い配線では重要な処理です。すこしの手加減を会得する必要がありますが，これがもっとも能率的な方法なので練習して覚えてください。

ハンダごてに，安全かみそりの刃を取り付けて加熱しながら被覆を剝く方法などもありますが，刃が危険なのと，そのために別にハンダごてを要するのでおすすめできません。こてに余計な物があったのでは軽快な作業ができません。

MOS系半導体部品の取り扱い

ICことにCMOSなどMOS系のICを扱う場合は，静電気に十分注意しなければなりません。ピンの曲がりを気にして，指先で何度も矯正するなどは危険です。乾燥した冬場には，私たちの身体には数千Ｖもの電圧の静電気が帯電していることがあります。下着を脱いだり，ドアのノブに指をふれたりしたとき，ピクッとショックを感じたりパチパチという火花音やオゾンの臭いのすることがありますが，あれほど強い電圧なのです。火花が飛ぶほどに帯電している指先を

〈写真3-18〉ハンダ付け
フラックスが蒸発しないうちに付けてしまう

〈写真3-19〉こて先にハンダを乗せた拡大写真

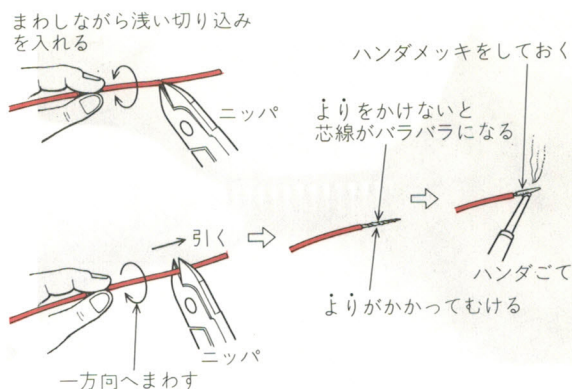
ピンに接触させては，ICはイチコロです。ハンダごてのリークについても，既に述べたように十分な注意が必要です。

【図3-8】
ビニール被覆より線の処理

基板への部品の実装作業

抵抗・コンデンサ・ダイオードなどの2端子部品を縦並べにするか横並べにするかは，実装密度やあとあとのメンテナンス・配置パターンに大きく影響するので，配置図作業時やプリント基板設計時にすでに決めておく必要があります。

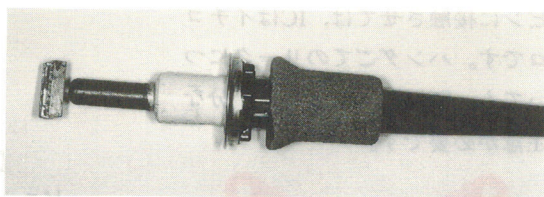
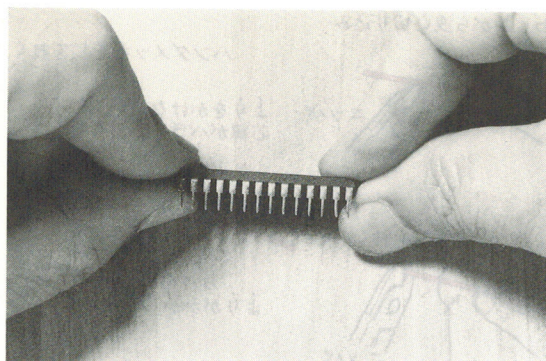
縦並べにしても横並べにしてもリードを塗り曲げなければなりませんが，曲げはあまり鋭角にしないことです。装着は部品の付け根までいっぱいに差し込むとグラグラしないかわりにハンダあげの際，熱やフラックス・ペーストが部品内部に侵入するおそれがあるので，少し余裕を残しておくことが大事です。特に熱に弱い部品はハンダ付けの際，余裕部分を細身のやっとこの先端で摘んで放熱させながら行うこともあるので，このスペースは確保しておく必要があります。

リードのパターン側に出る部分は長すぎても短かすぎても具合いが悪いものです。特に短い場合は，テンプラなどハンダあげ不良の原因になりやすいようです。こんもりしたハンダあげの山が，パターン面から1mmないし2mm程度上に出ているくらいが適当です。リードを予め適当な寸法に切っておくのと，長いままハンダ付けして後から切り取る方法があり，どちらでもよいですが，予め切っておいたほうがハンダ付けの仕上がりがきれいです。

しかし，能率良く数個の部品をまとめてハンダ付けしようとすると，最初から短く切った場合は基板を裏返した途端に部品がポロリと落ちてしまうことがありますから，こんなときはリードを長いまま差し込んで落ちないように少し曲げておきます。曲げ方向は，必ずそのランドからパターンの走る方向に添わせます。こうすることで，パターンとリードの接触部分が多少とも密接するのでハンダ付けがうまく行きます。前出の写真3-13を参照してください。

私たちの工作では車載機器を作るなど，特別に振動に対しての配慮が必要な機器を作るとき以外は，メーカーがするようにパターン側で部品のリードをほとんど直角に折り曲げて配線する必要はないでしょう。上述のように落下防止のために曲げておく場合も，あまり鋭角にしないことです。アマチュアの場合，部品の付け間違いがよくあるので，一度リードを折り曲げてハンダ付けしてしまうとそんなとき交換が大変で，ことに多ピンのICでは完全にお手上げになってしまいます。こうなるとICを救済するなら，ニッパの先などでピンに添って粉々に基板を割り，ピンに残ったランドの破片やカスなどをこてで取り去るか，基板を救済したいなら，ICのすべてのピンをICの根元からニッパで切り落とした後，こてで加熱しながら基板に残ったピンを1本1本丁寧に引き抜き除去するか，どちらか2つに1つの選択になってしまいます。

ICなどの多ピン部品の実装作業

IC・抵抗アレイ・ダイオードアレイなど，デュアルインラインにパッケージングされた部品のピンは，自動組立を前提に製造されているので，ロボットなどの組立機器がつまみあげるときに取り落とすことがなく，基板挿入後抜けることがないように，適当なテンションがかかるようにわずか外側に開いています。基板の穴幅はこれより狭いので手作業では挿入しづらく，1本1本指などで曲げて整形しているとピン数が30本・40本と多い場合はうまく揃わず，そのうちに静電気などでICを不良にしてしまう恐れがあります。

こんなときは机の上に湿ったボール紙などを敷き，この上で**写真3-20**のようにして，一気に矯正するとうまくゆきます。16ピンまで

〈写真3-21〉IC取り外し用こてチップ

ICピンを同時加熱するチップ。14ピン，16ピンのDIP間隔の2本の溝がある

◀〈写真3-20〉ICピンの矯正の仕方

なら専用の挿入具が市販されているので，これを用いるのもよいでしょう。

MOS系のICは，できればソケットを使用したほうが静電気やこてのリークなどの障害から守ることができますし，万一スタティックアタック（静電気のアタック）を受けて駄目になったときも，交換が容易です。基板を完全に組み上げるまで，ICは導電スポンジに差して保管しておきます。

基板への実装に当たっては，ICもそのソケットもピンの根元までキッチリと基板に差し込むことは好ましくありません。動作中の換気が行われずICの放熱が悪くなるし，ハンダ付けのとき挿入穴からの毛管現象で高温のフラックスやペーストなどがピンを伝わって上がってきてパッケージ内部に侵入し，内部を汚染して絶縁不良にする確率が高くなります。かといって余り浮かせるとハンダ付け不良の原因になったり，振動・衝撃などへの耐性が弱くなるので適当な間隔をとることが大事です。

ピン間隔2.54mmのDIP ICの場合，直接基板に装着するなら普通パッケージの底面から基板までの空隔を1～2mm取ります。ただしピン間間隔約1.3mmのSOPというタイプのパッケージや，QFPと呼ばれるフラットパッケージなどのICは構造上基板との間隔を取ることは構造的に無理ですので，放熱を要するものはパッケージの下部の基板を切り抜いて通風させる，などの必要があります。

基板からの部品取り外し作業

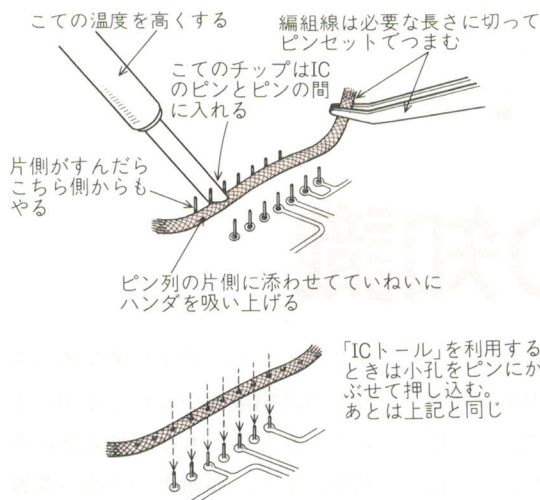
通常，修理の場合などを除いては基板に一度取り付けた部品を取り外すようなことはない筈なのですが，私たちアマチュアにはこのような必要が間々生じます。よくあるのが，トランジスタのリードやICのピンの向きを差し違えてハンダ付けしてしまった場合や，取り付け配線中にスタチックアタックで不良にしてしまった，などの場合です。ジャンク基板から，必要なICなどを取り外して利用したいときもあります。

ピンを差し違えてハンダ付けしてしまったときは，取り外しに当り，なによりも先ずパターンを傷めないことを最優先に考えなくてはなりません。逆にジャンク基板から部品をはずして再利用するときなどは，基板はどうでもよいから取り外す部品を傷めないように注意します。

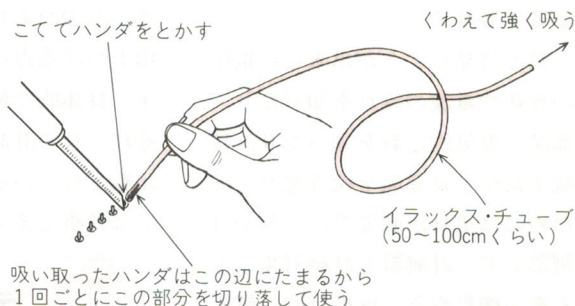
ハンダごてで加熱する時間が長かったり，かつ取り外しに当たってICのピンや部品のリード線に無理な力を加えると，取り外したICや部品の信頼性は著しく低下し，はずす前は良品でも再取付後不良となることがあります。基板のほうも加熱が強すぎたり，加熱時間が長いとプリント基板のフィレットやランドがベース材料と接着してあるノリが剥がれて，取れてしまうこともあります。

トランジスタなどの場合は足の数が3～4本で，しかもピンに比較的柔軟性があるのでさほど苦労なく取り外し差替えができますがICとなると，しかも24～28ピンなどピン数の多いLSIでは，これはかなり困難です。ICの全ピンのハンダ付け点を同時に加熱して，ハンダが溶けているうちにICを素早く引き抜ければ良いのですが，そんな器用なことは出来ません。そこでピン1本ごとにプリントパターン・ランド間とのハンダを全部きれいに除去してから，ICを外すしかありませんがなかなか根性のいる仕事です。

ICなどのピン先を折り曲げてある場合は，先ずこて先で注意深くこじり起こして真っ直ぐにしてからの仕事になりますが，ピンが折

こての温度を高くする
編組線は必要な長さに切ってピンセットでつまむ
こてのチップはICのピンとピンの間に入れる
片側がすんだらこちら側からもやる
ピン列の片側に添わせてていねいにハンダを吸い上げる

【図3-9】編組線を用いてハンダを吸い取る

〈写真3-22〉ハンダ吸い取り器

ハンドルでピストンシリンダーの強力なバネをギューッと押し締めるとロックがかかる。押しボタンを押すとロックが解除されてピストンが戻る，戻るときのピストンの吸引力でハンダを吸い取る

【図3-10】
イラックスチューブを使用したハンダ除去法

れてしまうことが多くあまりうまくゆきません。

全ピン同時加熱の方法は，**写真3-21**のような取り外し専用のこてチップを使用するか，シールド線の外皮を平に押しつぶしたような編組線の毛管現象を利用して**図3-9**のようにハンダを吸い取らせます。編組線には編組の中心に小穴列を設け，フラックス処理した2.54mmピッチ専用の製品もあり「ICトール」などの商品名で市販されています。

小穴列をICピンにかぶせて差込み，ピンとピンの間にこて先を密着して加熱するとハンダが編組に吸い上がってきます。この方法は，慣れればかなりきれいに処理できます。こての温度を高くするのがうまく行うコツです。編組は必要最小限の長さに切り取り，一端をピンセットで挟んで用います。余分に長いと編組が放熱器の働きをして温度が下がり，うまくゆきません。いずれにしても腕は二本しかありませんから，作業のとき基板の固定をどうするか考えなくてはなりません。

ピンとランド間のハンダを除去してICを外すのには，**写真3-22**のようなハンダ吸い取り器も市販されていますがピンピッチの狭いICの場合，あまりきれいに除去できないことと，注意しないとピストンの戻りで眼や鼻に強烈なストレートパンチの一撃を食らう恐れがあるので，ちょっと怖いですね。

修理専門工場では，狭く奥深い部分のハンダ除去に「イラックスチューブ」という耐熱樹脂の細い管を使用し，こてでその部分のハンダを溶かしながら口で溶けたハンダをチューチューと吸い取るという方法を用いています。チューブは50cm～1mに切って**図3-10**のように使用します。一気に強く吸うとハンダが口の中にまで入ってくるのではないか，と心配されるでしょうがそんなことは絶対にありません。一度吸い取ったハンダは管の先端2～3cmの付近に溜りますので，ニッパでこの部分をその都度切り落としながら作業を進めます。

筆者もいろんな方法を試みてみましたが，これが最も優れていておすすめできます。イラックスチューブは安価なもので，電線・絶縁材料などを扱う店で容易に入手できます。太さは色々ありますが内径1～2mm程度の細いものが使いやすいでしょう。耐熱チューブなのでハンダの熱で溶けることはありませんが，ハンダに接した部分だけがかなり軟化するので密着性が増し，吸い込みに大変都合がよいようです。

4 計測器の知識

電子機器は，工具だけがあれば完成できるというものではありません。調整または較正という作業が必ず必要です。

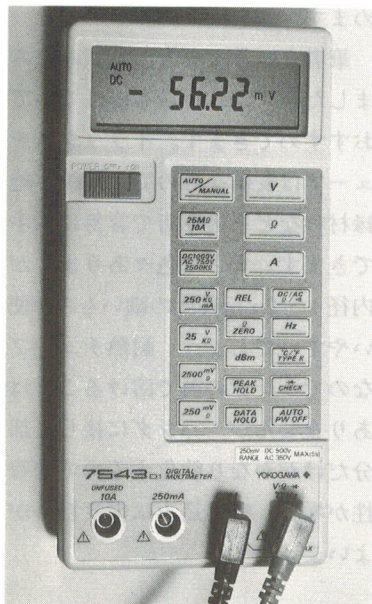
目では見ることが出来ない電圧の存在や電流の流れを知ったり，部品の電気的定数を測ったり，接続不良や不良部品を探査発見するためには道具が必要で，それが計測器です。計測器も計測対象となる電子機器やその解析目的，解析に必要な精度ランクなどによって実に様々の機種があり，そのお値段も千円足らずで買える簡易なテスタから，数百万円以上の波形解析器まであります。この章では，私たちの電子工作で使用する計測器について，どんなもの，どの程度のものがあればよいか，その使用上の注意点などについて調べます。具体的な使い方については，それぞれの計測器の取扱説明書に記載されていることですからここでは省略します。

テスタ

テスタは基本的には電圧・電流・抵抗・導通状態を知ることができる万能的な計測器ですが，最近のテスタ，とくにディジタル式のものでは計測機能がこれでもか，これでもかと果てもなく拡大される傾向にあり，導通チェク時の音響表示やロジック判定機能・計測結果の保持記憶機能・ダイオードの自動良否判別やトランジスタの電流増幅率の計測・周波数・パルス間隔・真の実効値の計測・コンデンサの容量値と力率の計測・データのプリントアウトなどなど，その精度も専用計測器顔負けの性能を持つものであります。

しかし迷惑なほどに多機能のものは操作が面倒で即用性がなく，計測のたびに取扱説明書と首っ引きしなければならないようでは，実用にかえって不便です。このあたりは，近ごろのカメラとよく似ています。

ファンクション(機能)数，レンジ数やその精度によって価格も異なりますが，概して機能が多く精度の高いものほど高価です。また，**写真4-1・4-2**のように計測データを表示する方式により，直接記号や数字で表示するディジタル式のものと，指針がスケール上の目盛りを指し示すアナログ式の2種があります。感度・精度・および最近の電子機器への計測適合性からはディジタル式が絶対的に優れていますが，アナログ式にも計測値の短い時間的な変化を眼で追うこ

〈写真4-1〉ディジタルテスタ

最新式の多機能機，周波数，温度，デシベル値などが計測できる。データはもちろん，最大値の保持記憶も可能

〈写真4-2〉アナログテスタ

代表的な使いよい機種。導通状態チェック用のブザーを持つ。オプションコードを付加すればトランジスタのhFE(直流的電流増幅率)も計測できる

とが出来るという，ディジタル式では絶対に真似のできない貴重なメリットがあります。

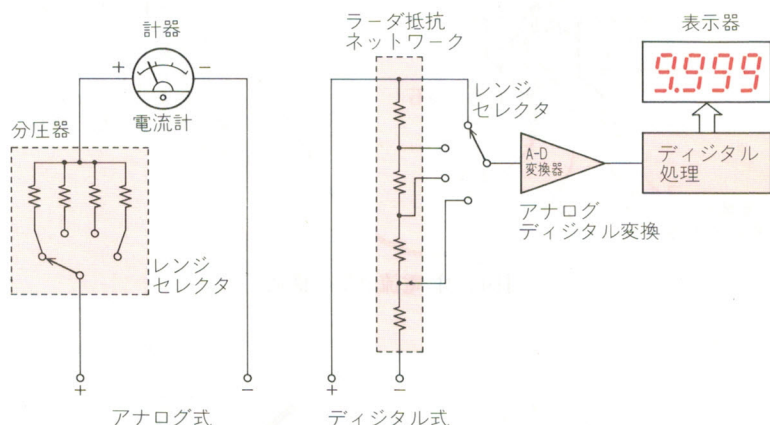
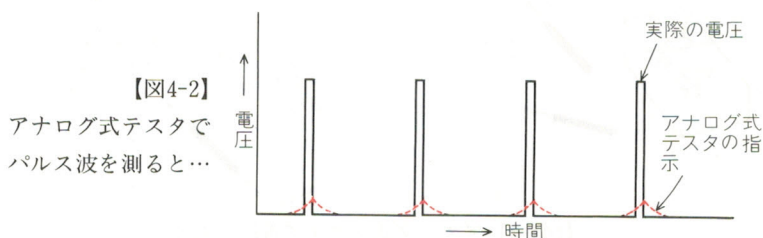
だからどちらが良いと，決めつけるのは少し問題がありそうです。経済的に許されるなら私たちの場合は両方欲しいものです。なお，このようなニーズのために，ディスプレイ面に，データを数字とともにバーグラフでアナログ的に表示する機種もあります。ディジタル式のテスタとアナログ式テスタの性格の違いは，電圧の計測の場合に最も顕著に示されます。そこで，このモードで両者の利点と欠点について調べてみます。

アナログ式テスタとディジタル式テスタの構成図を，**図4-1**に示します。この図は電圧計測モードの場合に限定し，他の部分は一切省略して書いてあります。ディジタル式テスタは，内部機構的に計測と表示を短い間隔をおいて交互に繰り返して行っており，これをサンプリングといいます。つまり，今回の表示値は前回のサンプリング時間内の計測値であり，今回のサンプリング時間内の計測結果は次回に表示されるというわけです。もちろん，このサイクルは1秒間に数回という高速ですが，人間の眼が数値表示を読み取るのには或る時間を必要とするので両者のタイミングにズレが生じ，計測値が時間的に変化しているときはとても読み取りにくくてイライラします。

これはオーディオのVUメータや，車のタコメータ(回転計)などをディジタル式にした場合を考えてみればすぐ納得できます。音量の変化や，アクセルの踏み込みに応じて大きくランダムに変化するこれらの値は，絶対値よりもむしろ最大値や最小値に至るプロセスや，その変化の様子を感覚的に把握することが必要な場合が多いのです。

製作や調整の過程で，電子回路のある定点の電圧を半固定の超小型可変抵抗器(VR)で，最高値あるいは最低値に正確に設定する必要があったとします。テスタで定点の電圧を読みながら半固定VRの軸をねじ回しなどで回して調整するわけですが，これをアナログ式でやれば指針の動きが連続的なので変化の方向や様子が解りやすく，指針の振れに適当な慣性もあるのでその最大点，または最小点の検出はきわめて容易でVRの加減がスムーズにできます。

一方，ディジタル式では表示が断続的でしかも慣性などと言うものは全くなく，表示の数値がチョロチョロと断続的に変化して，最適値を過ぎたのか最適値に達しないのか，いま一つという微妙なところに近づくほどなかなか摑めません。おまけに計測点と測定棒の接触がほんの一瞬でも緩んではずれると，サンプリングをやりなおすので表示が乱れてイライラします。アナログ式では慣性があるので，一瞬のはずれ程度には感じません。

しかし，場合によっては，アナログ式のこのような利点が全く裏目に出ることもあります。**図4-2**のような，パルス電圧を測ると慣性のためにほとんど応答しません。計器の指針が動き出そうとするよりも早くパルスは消えてしまうからで，このため実際には数100Vもの高い電圧のパルスがあるのに0V(電圧がない)と判断してしまいます。このような極端な例を別にしても，アナログ式テスタの指示はパルスのような波形に対しては，慣性のため実際の波高値よりかな

【図4-1】アナログ式テスタとディジタル式テスタの直流電圧計モードでの接続

【図4-2】
アナログ式テスタで
パルス波を測ると…

り低い平均値を示すので，誤差が大きくて測れません。

アナログ式テスタの表示器は電流計器です。**図4-3**にその構造を示しますが，磁場の中に置かれたコイルに電流が流れることで生じるコイルの回転運動を利用したもので，モータに似た原理です。モータですからテスタの指針が動くためには，必らずなにがしかの電流を消費します。この電流は計測する対象から供給されることになるので，電圧を測る場合は多かれ少なかれ必ず測られる側に影響を及ぼします。

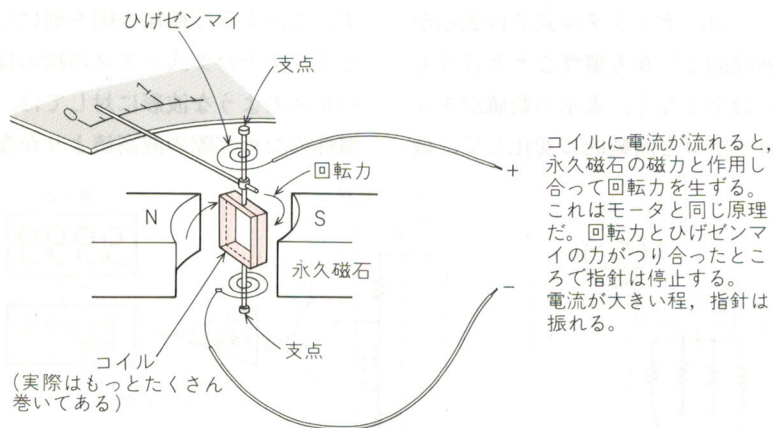
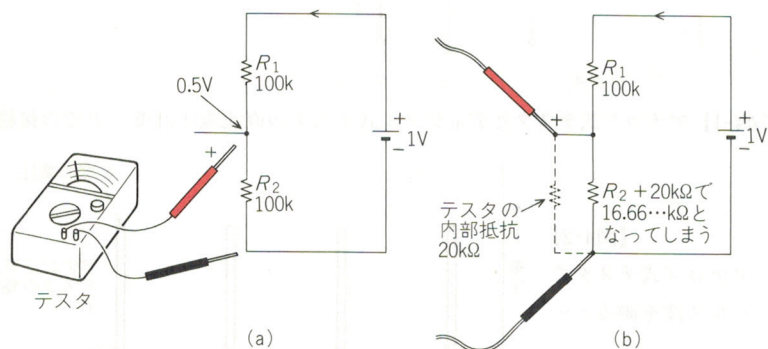
ある点の電圧を測ろうとすると，このテスタは，全く信頼のおけない数値を示すことがあります。

これは電池の電圧などと違って，電子回路内の電圧値はきわめてデリケートなので，容易に影響を受け変化してしまう，ということが原因です。

どの程度の影響を及ぼすかを知るためには，テスタの計器に流れる電流と計器コイルの抵抗値がわかっている必要があります。計器が動作する電流とコイルの抵抗で定まる定数を計器の電流感度と言い，kΩ/Vで表します。この値は，計器の指針が目盛り盤の最大値まで振った(フルスケール)ときの値です。

既にアナログ式のテスタをお持ちでしたら，目盛り盤の下方あたりをご覧になってください。そこに，DC20kΩ/V・AC9kΩ/Vのような表示があるはずです。DCおよびACはそれぞれ交流および直流での値であって，この例ではオームの法則，1＝E/Rから直流の計測ではフルスケール時に50μAの電流が流れることになりますから，この計器はもともと50μAの電流計であることがわかります。

50μAの電流計を1Vフルスケールの電圧計として使用するには，1Vの電圧を加えたときに50μAの電流が流れる値の抵抗を計器に直列に接続してやればよく，この値は計算するまでもなく表示のように20kΩです。この20kΩには計器のコイル自体の抵抗値も含まれるので，実際に直列する抵抗はこれより少し小さな値になります。テスタの電圧計測モードでは，異なった値の直列抵抗をセレクタスイッチで計器に切り替え接続することで，幾つかの電圧計測レンジを設定しています。抵抗を分圧抵抗，スイッチを含めたこの部分を分圧器(または倍率器)といいます。電圧計測のとき，測定端子側から見たテスタの回路抵抗(アナログ式テスタでは分圧抵抗＋計器のコイル抵抗)をそのレンジでの計測器の内部抵抗(または入力抵抗)といいます。上記の例では，内部抵抗が20kΩということになります。

ここで**図4-4**(a)をご覧ください。電源に接続された2本の直列抵抗の中点と，電源の－側間の電圧をアナログ式テスタで測ろうとする図です。電源電圧は1V，2本の抵抗R_1・R_2の抵抗値は同じ100kΩですから中点の電圧は測るまでもなく0.5Vであるとわかります。では実際にテスタで測ってみましょう。計測点の最大電圧は電源電圧以上にはなり得ないので，計測のレンジは1Vに設定します。0.5Vですから，1Vフルスケールレンジならテ

【図4-3】 電流計器の構造

【図4-4】 アナログ式テスタで電圧を測る

スタの指針はスケールのまん中まで振る筈ですが，ほとんど振れず0.15V前後の値です。計算上の電圧は0.5Vですから，この測定値はなんと300%以上もの誤差ということになります。これは同図(b)のように，計測行為によってR_2の100kΩにテスタの内部抵抗20kΩが並列され，この状態でのR_2の抵抗値は16.66kΩに低下してしまい，電源電圧が100kΩと16.66kΩの比で按分されてしまったのです。現在この状態でテスタが指示している計測点の電圧は確かに正しく，テスタの測定棒を離せば，計測点の電圧は計算上の0.5Vに上昇します。しかし測定棒を離してはテスタの指示は当然0になるので，測りようがありません。これでは困ってしまいます。ここでテスタの電圧レンジを，10Vに切り替えて測ればどうなるでしょうか。こうするとテスタの内部抵抗も10倍の200kΩになるので，これとR_2との合成抵抗は66.66kΩになり，電源電圧1Vは100kΩと66.66kΩの比で按分されるのでテスタの指示は，0.4Vを示し誤差は25%に縮まりました。

しかし，10Vレンジでの0.4Vの振れはスケール全目盛りの僅か4%にしか相当しませんので，指針を見る角度(視差)によっては0.3Vとも0.5Vとも読めて，正確な測定ができません。更にレンジを高くして100Vレンジで計測すれば，誤差は問題にならないほどまで小さくなるのですが，このレンジでは0.5Vの振れは全スケールの1/200目盛りにしか相当せず，読み取りが全く不可能です。このように，アナログ式テスタでの電圧計測は，指針を動かすために計測対象から僅かでも電力を消費する，つまり有限の内部抵抗を持つので必ず相応の誤差を伴います。そしてその誤差はテスタ側の内部抵抗が低く，計測される側の内部抵抗が高いほど拡大されることがわかります。また，内部抵抗を高めれば相応して指針の振れ幅が小さくなり，読み取り精度が低下します。

より少ない電流で振れ幅を大きくするには，計器自体の電流感度を高くする以外にありませんが，

テスタでトランジスタをチェックする

テスタを使用してトランジスタの極性と良，不良を見分けるユニークな方法です。この目的に使用するテスタはアナログ式が適当で，デイジタル式は不向きです。

チェックできるトランジスタは，プラスチックモールドなどの小型のものです。良否は単に増幅できるということだけで判定し，ノイズの存在やリークの増大などの劣化はわかりません。

テスタを抵抗計測モードします。レンジは×100以上で測ります。トランジスタの3本のリードのうち任意の2本をテスト棒を当て換えて調べ，どちらも導通のない組み合わせをさがします。

このとき，残った1本のリードと黒テスト棒の先端を指先で強くつまむとテスタの指針がかなり振れます。振れればそのトランジスタは良品で，極性はNPNです。

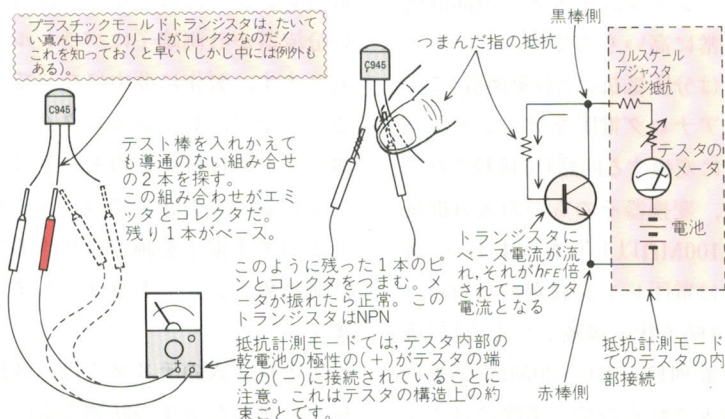
赤テスト棒をつまんだとき振れれば，そのトランジスタはPNPです。

指針の振れの大きさはそのトランジスタの増幅度の大きさに比例しますが，つまむ強さにも比例するので何時もほぼ一定の強さでつまむ必要があります。

つまりつまんだ時の指先の皮膚の抵抗(500kΩ～1MΩ)を利用してベースに微小電流を流しそのときのコレクタ電流を測り，その大きさからトランジスタの増幅度を知るわけです。

ちなみに，規格上の直流的な電流増幅率h_{FE}は，

h_{FE}＝コレクタ電流の変化/ベースに流した電流の変化

で表します。

〔テスタでトランジスタをチェックする〕

10μA・5μAというような高感度の精密電流計は非常に高価であり，テスタに組み込むのにふさわしくありません。

アナログ式テスタでは，レンジを超える過大な電圧を誤って印加すると指針を振り切ってしまい，それがはなはだしい場合は指針がグニャリと曲がってしまったり，コイルを焼損することがあります。十分な注意が必要です。以上のような点がアナログ式テスタの宿命的な欠点です。

単一形乾電池の電圧を測るなどの，測られる相手にテスタの消費する電流などまるで問題にならないほどのパワーがある(電池の動作内部抵抗は数mΩと桁違いに低い)場合は，このような誤差は全く生じません。アナログ式のテスタで電圧計測を行うときは，いつもテスタの内部抵抗と，測られる側の動作抵抗の対比を念頭におく必要があります。手持ちのテスタの電流感度がどれほどで，計測対象の動作抵抗がどれほどあり，その結果，何Vのレンジではどの程度の誤差が生じるかを常に知っておかなければなりません。

ディジタル式テスタの内部抵抗は非常に高いものです。このテスタでは分圧抵抗はAD変換器(ここではアナログ電圧をディジタルパルスに変換する回路)に接続されており，変換器そのものの入力抵抗は数100MΩ以上もありますが，実際には電圧レンジ設定のためのラダー(梯子状に接続したもの)抵抗の全直列値(約10～20MΩ)が並列に挿入されるので，実際にはこんなに高い値にはなりません。でも10MΩ以上というアナログ式では考えられない高い値です。また図からもわかるように，入力端子側から見た入力抵抗値は不変ですから，電圧レンジが変わることによって内部抵抗は変化しません。したがって計測の際に計測対象からエネルギーを奪うようなことはほとんどなく，レンジが変わっても表示精度(ディジタル式なので桁数)が変わらないので，視差がないこととあわせて誰が測っても，非常に精度のよい計測ができます。

ディジタル式では，低い電圧レンジでうっかり高い電圧を測っても指針の振り切れによる事故は起き得ませんが，電流の計測モードではアナログ式・ディジタル式を問わず，十分注意しなければなりません。このモードでは，特に大電流レンジではほとんど抵抗のない分流器が計測端子にパラレルに入ります。製作に夢中になっているときなど，レンジセレクタや計測リードの接続がこのモードになっているのを失念してついうっかりこのまま電圧を測ったりすると，計測対象をショートさせてしまいます。

アナログ式のテスタでは，低抵抗を計測したままの状態で電圧を計測しても回路をショートさせ，部品を破壊し，場合によってはテスタの計器も壊したり，分流器抵抗を焼損します。くれぐれも注意が必要です。

〈写真4-3〉
ロジックチェッカ
上は普及タイプ。下は業務用で探針の角度が変えられるなど，使い勝手はよいが機能はほとんど同じ

ロジックチェッカ

最近の私たちの工作ではディジタル回路を扱うことが多いので，ロジックチェッカは必需品のひとつです。

ロジックチェッカの外観を**写真4-3**に示します。形式はプローブの先端に探針を付したもので，プローブにはロジック状態を示す表示器またはランプ，操作ボタンなどが配置されています。電源は，ロジック状態を調べようとする機器から貰います。

短針を計測点に接触させると，その点のロジックHおよびLで表示器またはランプで示します。普通，H(ハイレベル)は1，L(ローレベル)は0に対応します。わかりやすく言えば，ディジタル回路では信号の変化のプロセスは問題にならず，単に信号が「ある」のか「ない」のかだけが対象なのです。つまり「ある」というのは電気が来ていること，「ない」というのは電気が来ていない，ことです。

この，ある・ない，の状態をロジックの状態といいます。ここで，

「ない」は理解出来るとしても，では「ある」とは何Vを言うのか，と言う疑問が生じます。これはそのディジタル回路に使われているICの種類によって異なりますが，「ある」とはICが動作する電源電圧か，またはそれより少し低い電圧レベル，「ない」とは接地点電圧（0V)か，またはそれよりも少し高い電圧レベルと覚えておけばよいでしょう。

第5章で製作するような信号発振器やフラッシャ・ウインカの出力をロジックチェッカで測るとHとLの表示が発振周期に応じて交互に点滅して，計測点のロジック状態をリアルタイムに示します。

非常に短い時間幅のパルスやノイズはそのままでは目視できませんので，一度記憶してから表示します。ロジックチェッカにはこのような記憶機能があるので，オシロスコープでも検出できないような超高速パルスや，回路に混入したノイズなどもその存在を確実に検出できます。

試験用信号発生器

信号発生器もぜひ欲しいものの1つです。製作した機器が正常に動作しているか，不動作のときには回路のどの部分までが正常で，どの部分から先がいけないのか，などは入力端から信号を入れてモニタで点検して行けばすぐわかります。モニタにはリニア回路ならオシロスコープ，ディジタル回路ならロジックチェッカが理想ですが工夫次第で，テスタ・イヤホン・ヘッドホン・LEDと，色々なものが活用できます。

特殊な波形や超高周波などを扱わず，オーディオ機器の試験やディジタルロジック信号源として使用する程度のものなら，簡単に自作することができます。自作例については第5章をご覧ください。

以上の3点が，工具の七つ道具に相当する簡易計測の3種の神器です。

あれば便利な計測器

つぎに，あれば便利という計測器を，アマチュアユースに限定した場合，オシロスコープと周波数・時間間隔などが計測出来るカウンタ，それとLCRメータがあれば十分でしょう。

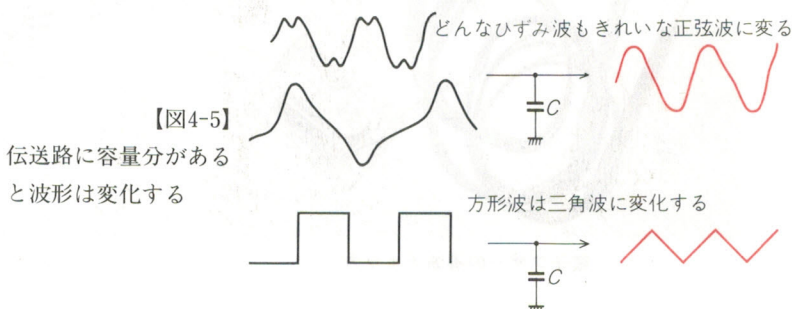
ところで，ビギナーのアマチュアの方はカウンタやオシロスコープを見ると必ずと言ってよいほど「それは何メガまで測れますか？」と尋ねますが，高い周波数を計測できるものほど利用価値が高く高価で高級なもの，と思っておられる方が多いようです。

確かに計測できる上限が高いのも良い機能のひとつですが，実際の使用では上限が10MHz程度まであれば通常の用途にはこと欠きません。それに扱う周波数が高くなるほど計測に対する高度なテクニックと，豊富な経験や知識が必要になってきます。

発振器の出力をオシロスコープの入力に単に同軸コードやシールド線で直接接続して，「この発振器の波形はきれいな正弦波だ」などと感心して眺めている方を見かけますが，本当にそれが見ているような正弦波だと思いますか？　どのように複雑な波形でも，このような接続をする限りは接続線の容量のために周波数が高い場合は，図4-5のように一様にきれいな正弦波になって見えてしまい方形波は三角波に変わってしまいます。

カウンタを使用する場合などは，発振源に影響を与えないことや，低い周波数・比較的長いパルスの時間間隔が正確に安定に測れること，などの方がより重要です。安価な市販の周波数カウンタには数10Hzの低い周波数になると，もう計数がメロメロになって商用交流の周波数さえ満足に測れないものがあります。このようなカウンタは高い周波数の精度も怪しいものです。発振器の発振周波数を測ろうとして，カウンタを接続した途端に本当は1MHzの発振周波数が900kHzに落ちてしまう，と言うようなものもあります。入力インピーダンスが低く，この影響を受けて発振器の発振周波数が変化してしまうのです。

計測器の入力インピーダンスが高いことはテスタの項で調べたよ

【図4-5】
伝送路に容量分があると波形は変化する

うに重要な機能で，これが低いと測られる側のインピーダンスが高いほどひどく影響を受けて，計測データが全く意味のないものになってしまうからです。発振器への影響を少なくしようとバッファ回路やプローブを使用すると，今度はカウンタへの入力電圧が不足して満足なカウントをしてくれません。計測器は計測行為によって，測られる側に影響を与えない，ということがなににもまして重要なことなのです。

オシロスコープ

眼では見ることの出来ない高速な電流の流れも，きわめて短時間内の変化のプロセスさえも，しっかりとディスプレイ上の時間軸に固定して見ることができるオシロスコープは，確かに便利な計測器で，お金に余裕があれば欲しい計測器一つです。この分野にもディジタル技術が浸透し，最近では**写真4-4**のようなディジタルオシロスコープが普及してきました。ディジタルオシロスコープは波形データを記憶し再現すること，データをプリントアウトできることなどの機能を持ち，機種によってはディジタルテスタ機能を併せ持つもの，パソコンとのデータのやりとりが行えるようなものまであります。新しく購入されるなら，たとえ周波数上限はアナログ式オシロスコープに及ばないものであったとしても，ディジタル式オシロスコープの方をおすすめします。

オシロスコープの計測上の有用性が最高に発揮されるのは，パルス波や正負否対称波の計測です。このような波形の電圧・電流値は，テスタではほとんど測ることができません。また，数万・数百万分の一秒というような短時間内の変化の様子をディスプレイ上に拡大や，静止させて観測することもできます。記憶機能を持つオシロスコープでは，ただ1回しか発生しないような単発現象も確実に捕らえて計測できますし，必要ならメモリーに記憶しておき，あとから呼び出して何回でも再現させて見ることができます。

電圧・電流・周波数値の読み出しはディスプレイ上のスケール目盛りで行います。したがって，オシロスコープの増幅器のゲインや時間軸時間がスケール目盛りに対して正確に較正されていないと，計測データが全く意味のないものになります。

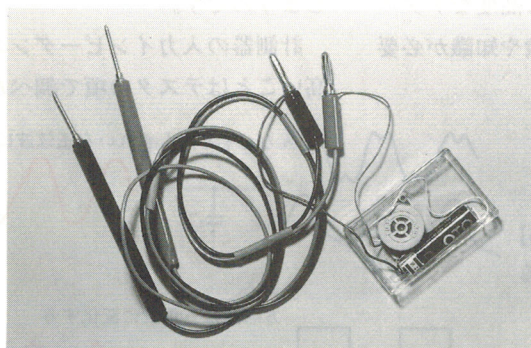
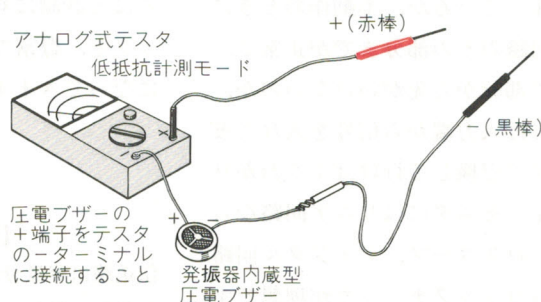
波形データを検討するときには，計測時点で増幅器のゲインと時間軸速度が判明していないとどうしようもありませんから，併せて記録しておく必要があります。時間軸上に波形を静止させるために同期という操作を行いますが，シンクロという用語はこの「同期」の

ブザー導通チェッカ

配線の過程で，2点間が確実に接続(導通)されているかを調べる必要のあることが意外に多いものです。

テスタで調べればすぐわかることですが，テスタでは指針や表示を見るために，そちらにいちいち視線をやらねばならず，細かいコネクタの接続を調べているときなどは，かなり煩わしいものです。

写真のように電子ブザーと乾電池で導通チェッカを即席で作ると，音で導通がわかるので大変便利です。

回路に抵抗があると音調が変化するので，慣れればおおよその抵抗値もわかります。

電子ブザーの導通チェッカ

テスタの内部にある電池を利用してもインスタントブザー導通チェッカを構成できる。
ただし，テスタの指針は動かない。音で導通を知る。

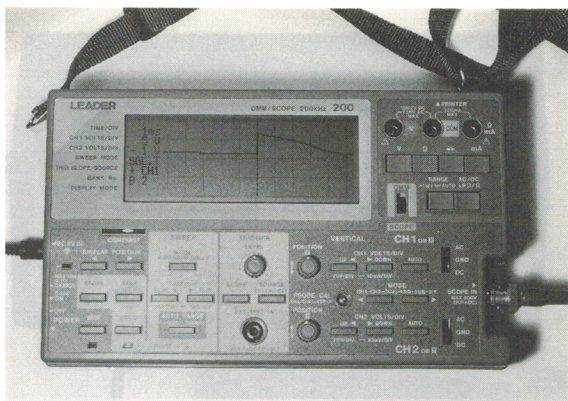
意味です。そこでオシロスコープのことをシンクロスコープと呼ぶことがありますが，これは和製英語であって外国には通用しません。外国ではすべてオシロスコープです。

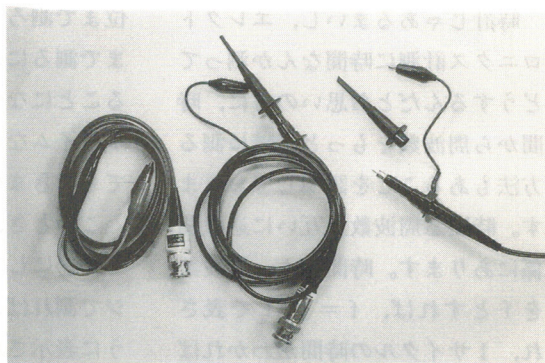
ディジタル式・アナログ式を問わず，オシロスコープを使用する上で重要な注意があります。それは入力インピーダンスの問題です。しつこいようですがこの問題こそが正しい計測をする上で最も重要なことであり，しかもビギナーの方がとかく軽視しがちなことであるからです。

前述したように，オシロスコープで波形を観測するときに入力端子と被計測点との間をシールド線や同軸コードなどで直接接続してはいけません。これらのコードは1m当りの容量が30～100pFもあり，パラレルにこの値のコンデンサを接続したのと同様の効果を被計測点に与えてしまうからです。

もともとオシロスコープの入力端子は，何も接続されていない状態でも既に5～10pF程度の入力容量を持っています。入力抵抗も普通は1MΩで，あまり高いとは言えない値です。デリケートな計測対象ではこの程度の容量や抵抗値でも波形を乱す十分な原因になります。そこで，計測には必ず**写真4-5**のようなプローブという入力用具を用いなければなりません。

プローブには色々な種類がありますが，一般には入力容量値が1/10に，入力抵抗値が10倍になる容量抵抗プローブが用いられます。×10(10倍の意味)と×1(そのまま通り抜け)の切り替えスイッチを持つものもありますが，普通は×10にしておきます。しかし，こうすると入力抵抗の10倍増と引き換えに計測点の電圧は1/10になってオシロスコープの端子に供給されます。つまりディスプレイに現れる波形の振幅が1/10になってしまうのです。そこでオシロスコープの垂直増幅器のゲインを10倍に上げて読み取ります。

〈写真4-4〉
2現像ディジタルオシロスコープ

プリンタを接続してデータや波形を打ち出すことができる。ディジタルテスタの機能も持っている

〈写真4-5〉
プローブ

プローブのグローブは取り外すことができる，このとき，先端は探針となる。左端のものは計測コードの接栓にインピーダンス変換部を持つもの

カウンタ

カウンタと言えばアマチュアはすぐ周波数カウンタのことだと思いがちです。周波数も確かにカウンタの計測機能の1つではありますが，実際には無線機でも扱わない限りはほとんど使用されない機能です。無線機にしろ周波数を測ること自体にあまり意味がないし，その必要もない気がします。

最近の無線機は，発射している周波数はディスプレイでディジタルで読めてかなり正確なものです。もし発射周波数が，法令の定める範囲に適合しているかなどディスプレイ表示の誤差まで知る必要があるなら，そのような確度を持つ周波数カウンタは非常に高価でとてもお小使い程度で買える値段ではありません。

カウンタには周波数のカウントの他に，もっと有用な機能があります。それは時間の計測や時間間隔・周期などの計測です。このような機能を持つカウンタを昔はユニバーサルカウンタとよんで，周波数だけの単機能カウンタと区別していましたが，現在はカウンタと言えば通常はユニバーサルなも

〈写真4-6〉
カウンタ
(タイマーカウンタ)

〈写真4-7〉 LCRメータ
大容量のものは付属のテスト棒を使用して計測できるが，リード線には容量やインダクタンスがあるので，小容量のものは写真のように溝に差し込んで測る

のを指します。

時計じゃあるまいし，エレクトロニクス計測に時間なんか測ってどうするんだとお思いの方に，時間から周波数をもっと正確に測る方法もあることを説明しておきます。時間と周波数は互いに逆数関係にあります。時間をｔ，周波数をｆとすれば，ｆ＝1／ｔで表され，1サイクルの時間がわかれば周波数が計算でき，特に低い周波数では時間を測って計算から周波数を求める方が桁違いに精度高く測れます。その具体例として，6桁のカウンタで私たちの家庭に送電されている商用交流50Hz(関西地区では60Hzです)の周波数の変動を測って見るとしましょう。

仮に今，計測時点で正しい周波数が49,8857Hzであったとします。周波数カウンタでは基本が1秒ゲートです(周波数とは，1秒間における交流の繰り返し数です)から，表示は6桁でも上位4桁が無効になり，000050のように測定されて小数点以下がわかりません。10秒ゲートで測っても00050.1のように小数点1位までしか測れません。通常，周波数カウンタには10秒ゲートまでしかありませんから，これ以上の精度は望めませんが，かりにあったとしても小数点以下2位まで測ろうとすれば100秒，3位まで測るにはなんと16分以上かかることになります。これではリアルタイムな変動を知ることなどとてもできません。

このとき，カウンタを時間計測モードにしてμS(マイクロ秒)レンジで測れば，瞬間に200458μSのように表示され，この値で1を割れば49.8857616Hzと非常に正確に周波数を知ることができます。

よく利用されるタイムインターバル回路やシーケンス回路(順序づけした自動動作をする回路)などでは，波形のデューティが重要で，例えばオンである時間が何秒でオフである時間は何秒，などと設定する必要がありますが，このような時間の設定のための計測はカウンタの独壇上で，他の計測器では測ることができません。

カウンタの一例を**写真4-6**に示しておきます。

LCRメータ

最近ではテスタで，この機能ないしはこの一部の機能を合わせ持つ機種もありますが，抵抗計測機能を除いては，なんとなくおまけ的な機能であり，やはり専用器のほうがなにかと便利に使えます。

コイルのインダクタンス・コンデンサのキャパシタンス(容量)・抵抗器の抵抗値が広いレンジにわたって正確簡単に計測できます。

チップ部品などでは抵抗なのか，コンデンサなのかの判別がつかない場合があるので，こんなときLCRメータがあれば一発で了解です。これからの私たちには，テスタの次に必要な計測器はLCRメータなのかも知れません。市販の普及型LCRメータの外観を，**写真4-7**に示しました。

5 製作の知識

この章では，前章までに学んだ工作知識の補完の意味で簡単な製作を行ってみます。ここでは機器の完成よりも，どのような工程で製作したらよいか，どんな注意が必要か，などを会得することを目的にします。

プリント基板で作る信号発振器

機器が動作しなかったり修理するときなどには，回路のどこが不備なのか，回路のどのあたりが故障しているのかを発見しなければなりませんが，それには信号源があるととても便利です。ここで製作するものはディジタル回路，アナログ回路を問わず利用できる信号発振器です。

この発振器の発振波形は，デューティ比50の正しい方形波です。方形波はアンプなどオーディオ回路の調整になくてはならないもので，オシロスコープと併用すれば増幅回路の周波数特性やトランジェント(過渡)特性などを一目で知ることができます。

発振器の方形波信号をアンプに入力し，出力をオシロスコープで観測するとアンプの特性に応じて出力波形はさまざまに変化します。周波数特性が高域まで伸びていない場合は方形波の角が丸みを帯び，低域の特性が良くない場合は波形にサグを生じます。伝送系中にインダクタンス分が含まれていると，波形の立ち上がり部分に振動が見られます。

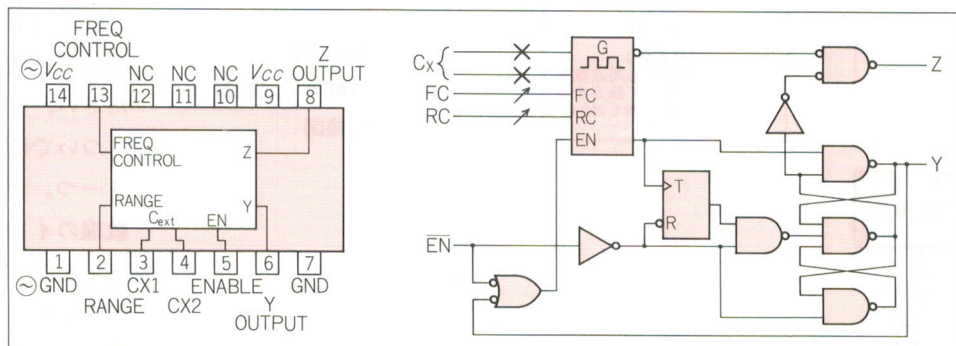
発振器の基本周波数がたとえオーディオ域のように低いものであっても，方形波は数百次数までの高い高調波を含んでいるので無線周波領域までの汎用的なシグナルインジェクタ(試験信号注入器)として利用できます。発振周波数を1kHz程度に固定しておいても，そのまま10MHzくらいまでは高調波が実用になります。

昔は正確なデューティ比50の方形波を得ることは容易ではなく，先ず安定な正弦波を発振させ，増幅してはその振幅をクリップして波形を作っていたので，時間軸に対して垂直に立ち上がる正確な方形波を得るためには何度も増幅とクリップを繰り返さなければならず，製品は大型で重く，現在の価格に換算して十数万円という高価なものでした。

現在では200円以下で買えるVCOという機能のICと，わずかの周辺部品があれば発振回路だけなら当時の性能をはるかに上回る，方形波発振器が構成できます。

VCOとはボルテージコントロールドオシレータの略で，その名が示すとおりこのICの制御ピンに設定する電圧値によって，発振周波数をコントロールできるものです。

VCOにはいろいろな種類がありますが，ここで使用するものはTTL74シリーズディジタルICのLSファミリーで74LS624という型番です。このICのピン接続は**図5-1**のとおりです。

【図5-1】 74LS624のピン接続と内部回路

発振周波数は，ピン13の制御ピンに設定する電圧をVRで変えて連続可変にしますが，その基本となる周波数は端子ピン３とピン４間に接続する時定数コンデンサの容量値で決まります。制御ピンに設定する電圧と時定数コンデンサの温度特性が良好であれば，発振周波数の安定度もなかなか良好で通常の試験用途ではなんら不都合はありません。

ただしもともとVCOは，ここで製作するような方形波発振器用途に開発されたものではなく，PLL(位相ロックグループ)系の構成部品として設計されたものですから，周波数基準にするほどの安定度は期待できません。もし正確な基準周波数が必要な場合は，コンデンサの代わりに水晶発振子を接続するとその周波数で発振します。このとき，制御ピンの電圧を可変にすると周波数の微調整が可能です。

電源(V_{CC})はピン９，接地(GND)はピン７です。電源電圧はこのICがTTLなので５Ｖです。ピン13に加える電圧は，この電圧を越えることはできませんから印加可能な電圧範囲は０から５Ｖまでとなります。この範囲で発振周波数はおよそ１オクターブ変化します。

時定数コンデンサCはピン３とピン４間に接続します。出力はピン６と８からコンプリメンタル(相補的)な波形が得られますから，どちらも引き出しておくといろいろな用途，例えばプッシュプル増幅の駆動試験などにも便利に使えます。ピン５はインヒビット入力でここに規定するロジック(０または１，この場合はそれぞれGNDまたはV_{CC}に相当する)で出力の有り無しを制御できます。制御ロジックは０で「出力有り」ですからここでは０(GND)に固定しておきます。ピン１，ピン10～12は使用しません。使用しないピンは指定のロジックに規定しておくことが約束ですが，ここでは放置(オープン，無接続)します

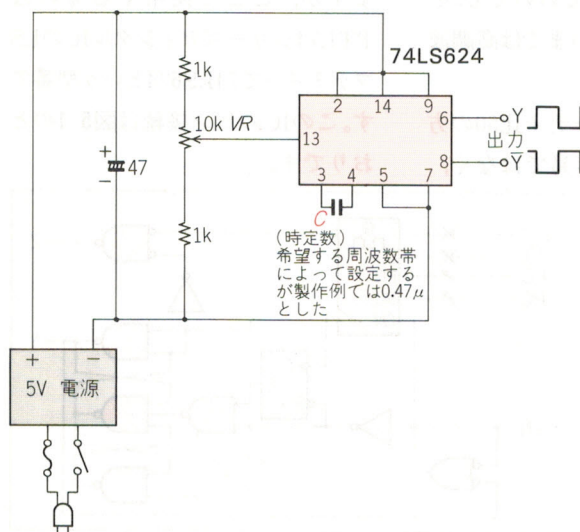
TTLの場合は約束ごととして，放置したピンはロジック１を規定した，と見なされます。ただし放置すると機能上やノイズの影響などが懸念される場合は，V_{CC}に接続して１を規定します。ピン14とピン１は交流的な電源と接地ですが，ここでは使用しません。しかし，ピン14にだけ特に１を規定しているのは上記の理由によります。

以上が74LS624のピン機能ですが，ICを使用するときはこのようにピンの機能をよく理解しておくと同時に，ICを扱う上でのいろいろな約束ごとも承知しておく必要があります。これらの事項は，そのICのカタログや技術資料に詳細に記されてあります。

また，製作記事の回路図どおり接続したのに動作しない，などと言われるのは，図面のミスを除けば，どこか約束ごとを無視しているからです。製作記事を発表する側も約束ごとだから，作る人は当然周知のことだろうとしてそこまでは書かないし，またICの種類や使い方によって約束ごとも異なりますから，それをいちいち書いていたのでは紙面がいくらあっても足りません。約束ごとはご自分で勉強され，経験を積んで会得してゆくものなのです。

【図5-2】
試験信号発振器の
回路図

製作する発振器の回路を**図5-2**に示します。この回路図では，電源V_{CC}＋からICの電源ピン９に至る敷線が引いてありますが，通常ディジタル回路図ではこの部分の敷線は書かないことになっています。これも約束ごとですから，ほかの回路図を見るときには注意してください。

ついでに関連した約束ごとをもう一つ。ディジタルIC回路では，敷線のインピーダンスを下げ動作安定を図るために，それぞれのICの電源ピンの至近で，回路動作に見合った適切な容量のコンデンサ

で接地にバイパスする必要がありますが，これも定数や部位は配置や状況に応じて決めることだし，当然のことだからとして普通は回路図上には書かないことになっています。しかし，図5-2には書いておきました。図の47μFの電解コンデンサがそれに相当します。

図では時定数コンデンサの容量は固定です。したがってこのままでは，ある範囲内の周波数の発振しかできません。しかし，ある範囲と言っても，VRを最小値から最大値まで変化させれば約1.5オクターブは楽にカバーします。もっと広い範囲の周波数を得る方法については後述します。

この回路図をもとに製作にかかりましょう。先ず実装図(配置図)を作ります。使用する部品の数，回路の混雑具合などを想定勘案して方眼紙に実寸で部品を書き並べます。方眼紙は2.54mmの専用のものを用いると実寸配置に便利で，この方眼紙は基板用品店で入手できます。当然部品はその組立に実際に使用するもので，ピン・リード線の間隔は使用する状態での長さで書きます。細かすぎて書きにくかったら5mm方眼紙に2倍寸にして書き，あとでコピーで縮尺してもよいでしょう。しかしDIPが2.54mmピッチですから，縮尺のとき注意しないとICや部品が挿入できなくなります。

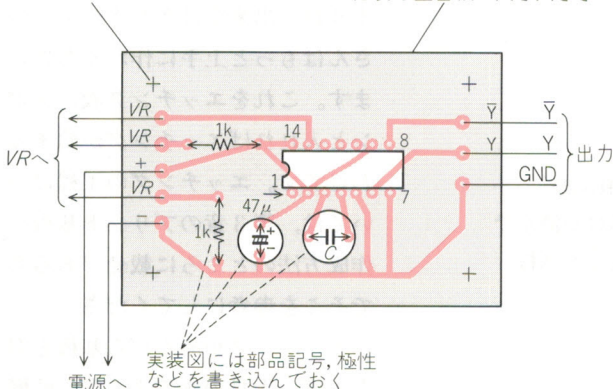
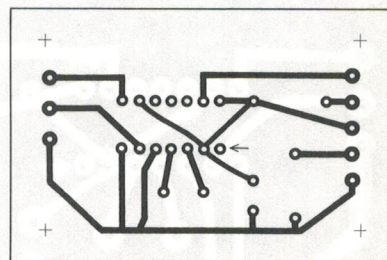
部品を配置したら端子間を線で結びます。部品を並べる向き，位置を変えると線引きパターンも異なってきますから最良の配置，結線を考えてください。基板のままの状態で終わるのでなく，ケース入れして機器としての体裁にまとめるなら，基板をケースに固定するために四隅にねじ止め用の小穴が必要ですから，ケースの寸法などから位置決めしてこのスペースも忘れずに確保してください。

実装図が完成したらこれを四角い枠線で囲います。この枠が基板の大きさになります。部品の実装は，この配置図を見て行うことになります。筆者の作成した実装図を**図5-3**に示します。

実装図(表面)をそっくり裏返して**図5-4**のパターン図(裏面)を作ります。次に，パターン図を生基板の銅箔面にカーボン紙で転写しますが，プリントパターンの作図ですので基本的にはランドとラインの部分だけを写し取ればよいわけです。写し取った生基板上の線は転写ラインテープで，ランドは転写シールで仕上げてゆきます。

第3章と重複する部分もありますが，DIPパターンの転写のやり方を説明します。転写シールは，必要なランドの数より多めに，例えば14ピンのICでしたら4列を30ピン分ほど切り取り，写し取ったランド位置に正しく重ね，多めに取った部分を指先で押さえDIPの直線がひずまないように，動かさずに表面を先の丸い鉛筆で一個一個こすり，必要な数(この例では14ピン分)を転写します。4列でちょうどDIPのピン幅になるので，中2列は無駄にします。

片側一列分ずつなどとケチったり，片側分をいっきにまとめてこすると失敗することがあります。もし，曲がったりパターンが切れてしまったりでやり直すときは，前のパターンを一度はがさなければなりませんが，これはフーフーと強く息を吹きかけながらカッターナイフで軽くこするとはがれます。

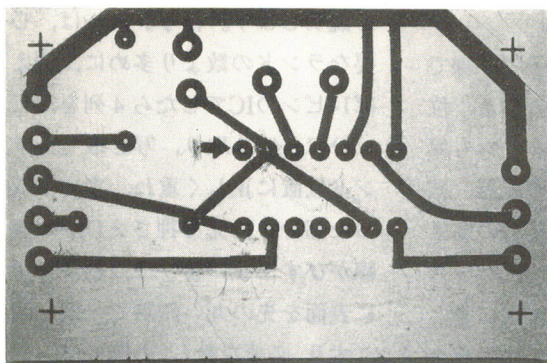
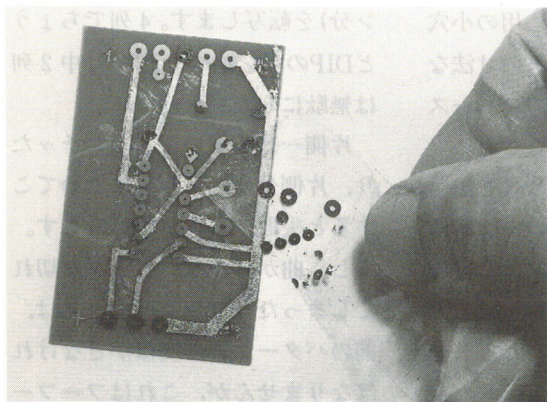
強くこするとパターンに傷がつきパターン切れを起こすおそれがあります。DIPパターンはそのIC分のランド全部を剝がしてやり直します。つなぎ転写は決してうまく行きません。DIP以外の部品やリード線接続用のランドは少し大きめのものがよく，これも転写シールとしていろんなサイズのものが売

【図5-3】実装面(おもて面)

【図5-4】パターン図(うら面)

られています。

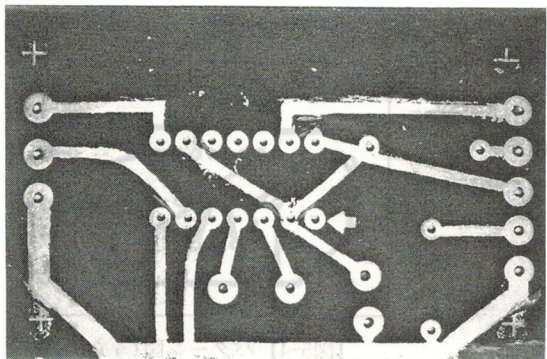
ラインは指先で基板に強く押し付けながら少しづつ展張してゆきますが，終点がランドに接続する部分は接続点に隙間がでないようにランドの上に十分かぶさるように張ってから切断します。このとき，ラインテープの展張が強すぎるとランドがテープに張り付いて剝がれてきたりします。ランドの中心の小穴を塞いではいけませんから微妙な細工です。ラインが直線にならないとか，思うようなカーブに曲がらないとか，ラインテープの切断や展張は経験すればわかりますが，非常にデリケートです。とくにハサミの先端が細密でないとどても出来ません。ハサミには，和ハサミを使いましょう。

切った瞬間，ラインはわずか縮むので切る長さにその分の余裕をみておかないとランドとの接点に隙間ができます。なお，転写はランドのほうが先でラインが後です。すべてのランドを転写し終えてからラインで結ぶわけです。全部転写し終えたら，シールやラインを手の平ではたくように上から何度もパンパンと強く叩き，浮き上がりがないように基板に安定させてからエッチングします。安定処理をしっかりやっておかないとエッチングのとき，浮き上がっている隙間から液が侵入してその付近のパターンが溶けてなくなってしまいます。

筆者が製作したパターンを**写真5-1**でお目にかけますが，どうもあまり良い出来ではありません。皆さんはもっと上手に作れると思います。これをエッチング液にドボンと入れればエッチングが始まるわけです。エッチングの工程については，第3章のプリント基板の作成方法のところに載せてあるのでそこを参考にしてください。

エッチングが済んだら基板を引き上げ，大量の水でよく洗い乾燥

〈写真5-1〉
生基板に
レタリング材で
転写したパターン

〈写真5-2〉
セロテープの糊面で
ペタペタと
張り付けて取る

〈写真5-3〉
穴あけ

ドリルは自作のもの。カマボコ板などを台にする

〈写真5-4〉
穴あけが済んで
完成した基板

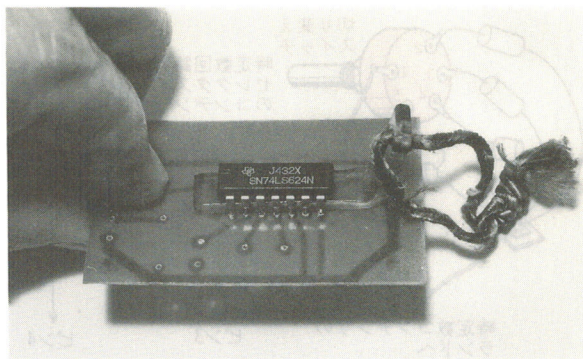
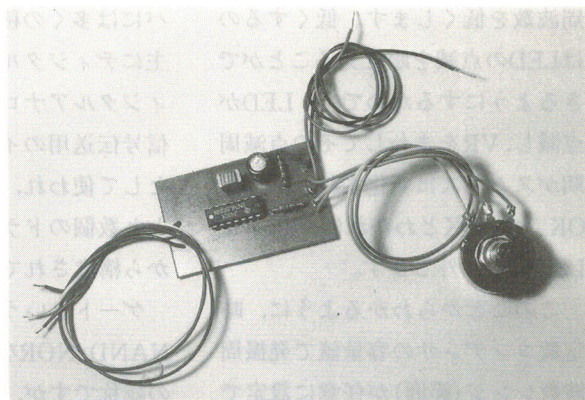
させます。ラインは爪先でむしりますが，ランドのほうは**写真5-2**のようにセロテープの糊側を強く押し付けると，ランドはテープの糊に付着して気持ちよく剥がれてきます。これは基板が生乾きではうまくゆきません。これでシールの下からきれいなパターンが現れました。

次の工程は，基板に部品やリード線を実装する穴あけです。穴あけをしている様子を**写真5-3**に示します。小穴は0.6～0.7mmφくらいが理想的ですが1mmφ程度までは差し支えありません。穴はもちろんパターン側からあけますが，バイトの細いドリル，特に自作のものはかなりな高速で回転しますからドリル自体の重さをそのまま利用する感じで，ソッと押します。

バイトの回転に偏芯がある場合は特に要注意で，グッと強く押すとポイントからはずれてバイトの先が勝手に走ったり，ひずんだ汚い穴がありたりするだけでなく，パターンが剥がれて巻き付いたりバイトを折ったりします。穴あけが済んだらバリ取りとパターンの錆取りを兼ねて細目の紙やすりで軽く研磨しておきます。

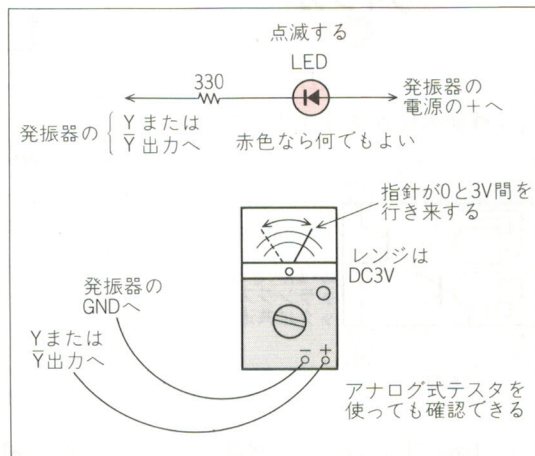
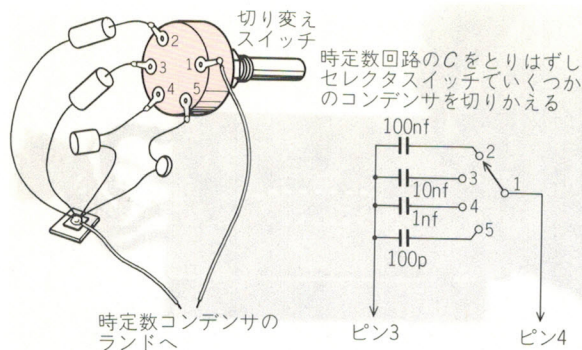
写真5-4が完成した基板です。さらにフラックスを塗布しておけば完璧です。

次は基板に部品を実装します。部品といっても点数が5点しかありませんから簡単です。実装はピン数が多く，大きなものから実装して行くのが原則です。ICのピン位置を違えぬように，基板面に対して傾斜しないように，**写真5-5**のように治具などで間隔をとって挿入します。正しく挿入できたら，

〈写真5-5〉
ICの実装

〈写真5-6〉
完成した
信号発振器

そっと裏返して動かぬようにハンダ付けしてしまいましょう。ハンダ付けは先ず四隅のコーナーのピン，1・7・8・14の固定が先です。こうしておけばもう動きません。

ICのオープンになるピンは，TTLではハンダ付けしてもしなくてもどちらでも良いでしょう。ICが付いたらほかの部品を取り付けます。最後にリード線を付けて，基板は**写真5-6**のように完成です。

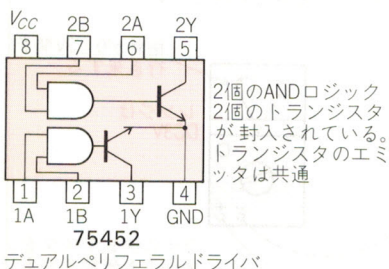
リード線にVRと電源をつないで，動作することを確認しておきましょう。動作するかしないかの確認は特別な計測器などなくとも，**図5-5**のようにして行えます。2本の出力リード線のどちらかと電源＋間に，図のようにLEDと抵抗を直列したものを接続します。時定数コンデンサにパラレルに10μF程度の電解コンデンサをハンダで仮付けして時定数容量を増やし，発振

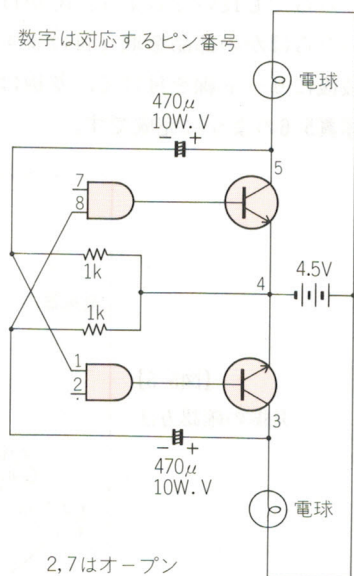
【図5-5】
発振の確認方法

【図5-6】
発振周波数の
範囲を広げる

周波数を低くします。低くするのはLEDの点滅を眼で見ることができるようにするためです。LEDが点滅し，VRをまわしてその点滅周期がスムーズに変化すれば動作はOKです。OKとわかれば，10μFとLEDは取り外します。

このことからわかるように，時定数コンデンサの容量値で発振周波数レンジ(範囲)が任意に設定できますから，時定数コンデンサを取り付けてあるランドからリード線を引き出して，**図5-6**のようにセレクタスイッチで数個の容量を切り替えるようにすれば，広範囲に周波数が可変できる実用的かつ本格的なものになります。

ケース入れなど，ここから先の工作は皆さんの力で仕上げてください。

ペリフェラル(周辺)ドライバと言う機能のICがあります。ドライバには多くの種類がありますが，主にディジタル回路間，またはディジタルアナログ回路間における信号伝送用のインタフェース素子として使われ，内容は数個のゲートと数個のドライバトランジスタから構成されています

ゲートというのはAND・OR・NAND・NORなどの基本論理回路の総称ですが，ここでは説明を省略しますので，それぞれのゲートの論理機能などについては必要があれば文献で補完しておいてください。

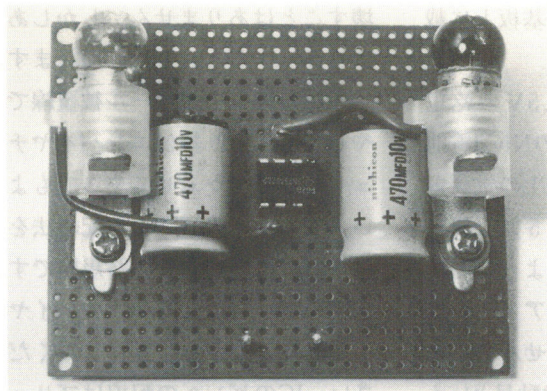
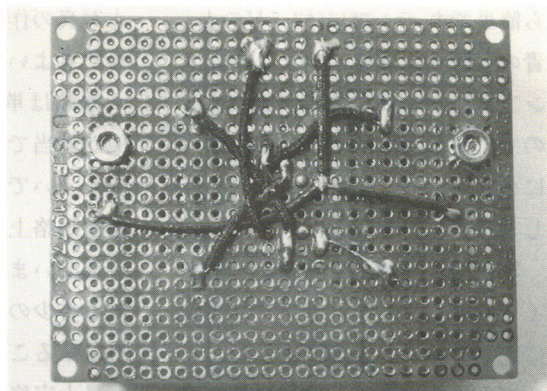
ここでは2個のANDゲートと，2個のドライバをそれぞれNAND接続したTTLペリフェラルドライバICの75452を使用して，ランプを交互点灯させるフラッシャウインカを作ります。**図5-7**に75452のピン接続を示します。

IC内部のカマボコ形のシンボルはANDの記号図で，2本の入力線と1本の出力線を持ち，入力線に規定するロジックが同時に1であるときだけ出力線のロジックが1になり，そのほかの入力条件ではすべて0になるというものです。ANDはこのようなロジックなので，2入力が同時に1で一致したことを検出する用途に用いられます。NANDはANDの否定，not andの略で，入力線のロジックが1で一致したときのみ出力線ロジックが0になるものです。つまり入力線と出力線ではロジックが反転します。

75452はANDの出力線にオープンコレクタのトランジスタを接続してあるので，トランジスタのコレクタに負荷を接続すれば，ゲートに規定した入力ロジックはトランジスタで反転して出力されるので，NANDとして機能する回路が2ブロックできます。

そこで**図5-8**のように，NANDブロックaの出力をNANDブロックbの入力に，NANDブロックbの出力をNANDブロックaの入力に，それぞれ容量を通じてたすきがけに結び，抵抗で容量を充放電してやると，この回路はブロック間でシーソーのようにパタンパタンと交互にロジックが入れ替わって方形波の発振を始めます。

容量が十分に充電されたときをH，放電したときをLとすれば，Lの状態の容量がHの状態に充電され，またはHの状態の容量がL

【図5-7】75452のピン接続

【図5-8】ウインカの回路図

〈写真5-7〉ウインカの実装の様子

〈写真5-8〉ウインカの配線の様子

の状態に放電したとき入出力ロジックが入れ替わるので発振の周期はコンデンサが充放電されるのに必要な時間，つまり容量値で定まり，容量が大きいほど周期が遅く，小さいほど早くなります。もちろん抵抗値を変えても周期は変化しますが，TTL回路構成上には約束ごとがあって，勝手に大きくできませんからこの場合は1kΩ前後の値で固定します。

負荷のランプは，発振周期でポカリポカリと交互点灯します。AND入力の片側がオープンでもよいのは，TTLでは入力線がオープンの場合はここに1を規定したと見なす約束だからです。同じ理由で2入力をパラレル接続にして，1入力線として扱ってもかまいません。

このウインカを何に実用するかは各自で考えることとして，例えば自転車の後部に取り付けて夜間走行の際の安全灯にするなどはどうでしょう。

簡単な回路ですからワイヤード配線法でやってみましょう。蛇の目基板を適当な大きさに切り出し，必要な部品を取り付けます。5×7cm位の寸法にまとめるなら，わざわざ切り出さなくとも市販品があります。部品といってもランプを除けば，ICのほかは抵抗とコンデンサがそれぞれ2個だけですか

【図5-9】
LM3909の応用

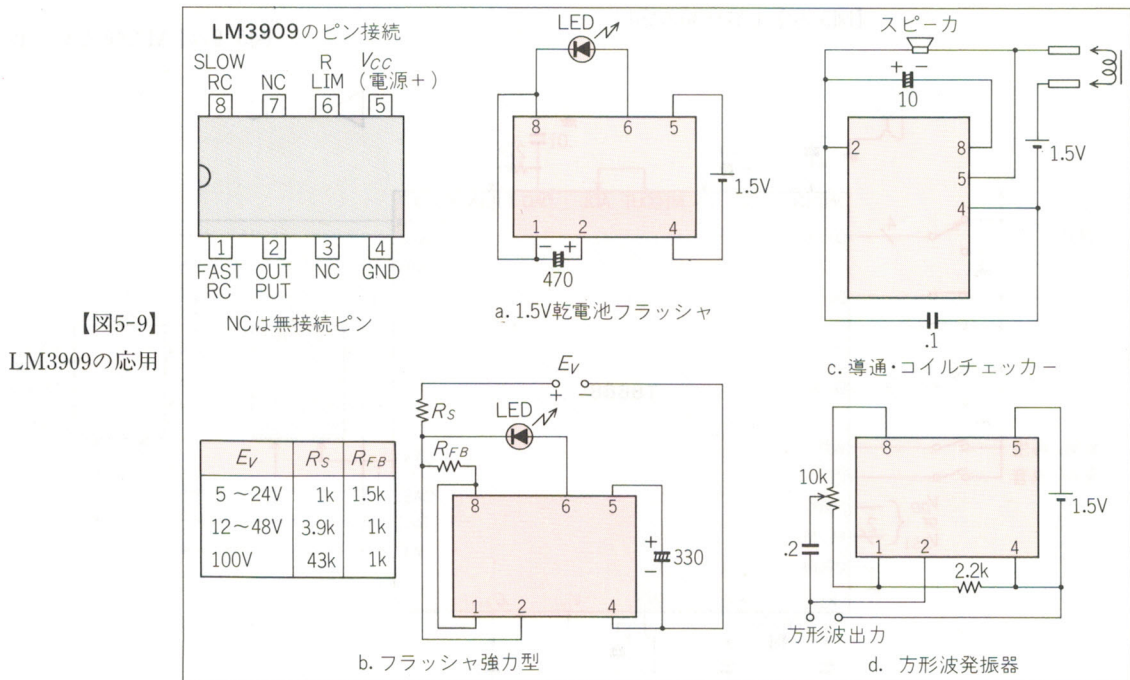
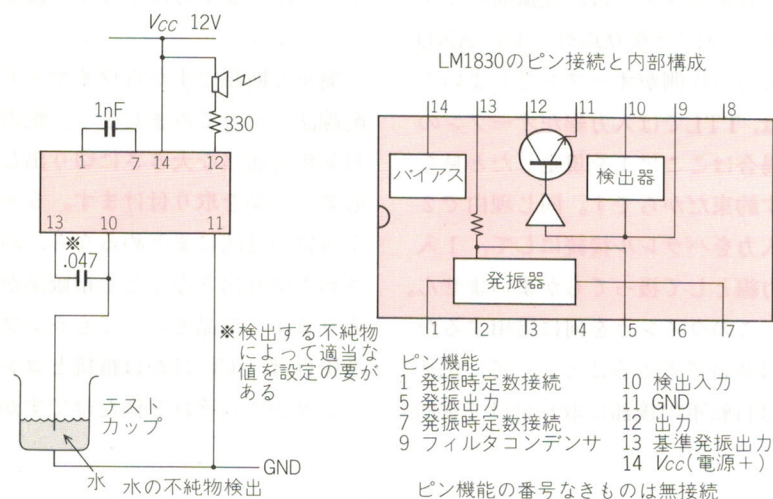
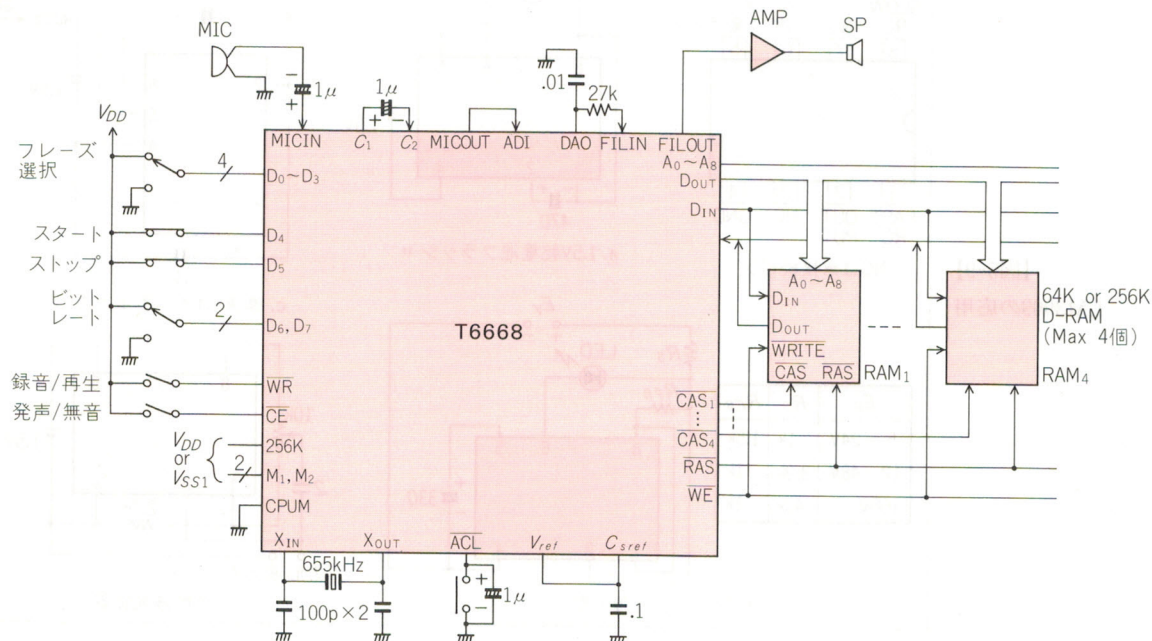
E_V	R_S	R_{FB}
5～24V	1k	1.5k
12～48V	3.9k	1k
100V	43k	1k

ら簡単です。ランプには3.5Vの赤・青の色付き電球を用いました。ランプにはかなりな電流が流れますので，電源の電池が単3型のように小さいものだとすぐに消耗してしまいます。

写真5-7・5-8ができ上がったウインカの基板です。ランプは用途に応じて適当な場所に固定し，ランプと基板との間を電線で結んでもよいし，実験的にやって見るなら写真の作例のように基板上に載せてもよいでしょう。

電源は単1×3の4.5Vの乾電池が適当ですが，5VのNiCd電池でもよいでしょう。TTLの電源電圧は規格上は+5V±5%と規定されていますが，このような回路では多少のオーバーやアンダーは気にすることはありませんし，絶対最大定格(これ以上は駄目というぎりぎりの上限)電圧以下ならICを壊すことはありません。しかしあまり高くすると，電球が切れます。

配線は極細のビニール被覆線でやっても，より線にエンパイヤチューブなどをかぶせてやってもよいでしょう。塗りつぶし配線法を試みるにも手ごろな回路規模です。配線については，第3章のワイヤード配線法などを参考にしてください。ICのピンへの配線はブリッジに十分注意します。部品がそろっていれば，配置から完成までゆっくりやっても1時間もあればできてしまいます。

ウインカまでで工作に手慣れたところで，ICの応用製作をやってみましょう。回路図を示すだけで，製作については一切コメントしませんし作例も載せません。皆さんの実力で配線し，まとめてみてください。

図5-9はLM3909というICの応用

【図5-10】LM1830の応用

【図5-11】T6668を用いた音声レコーダの回路図

です。このICはいろいろと面白い芸当ができます。aはフラッシャです。乾電池1個で約1年間，ピカリ，ピカリと光続けます。非常灯の位置を知らせたり，ドアのノブなどに組み込めば地震などで停電したときも慌てずにすみます。非常灯のお尻に組み込むのも実用的です。

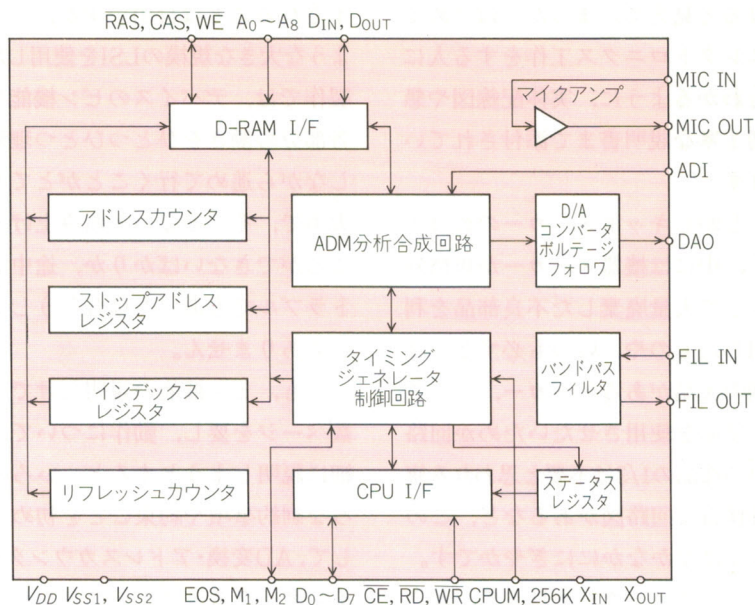
bはその強力？型です。図左の添え書きのように，定数を変えると広い範囲の電源電圧に対応させることもできます

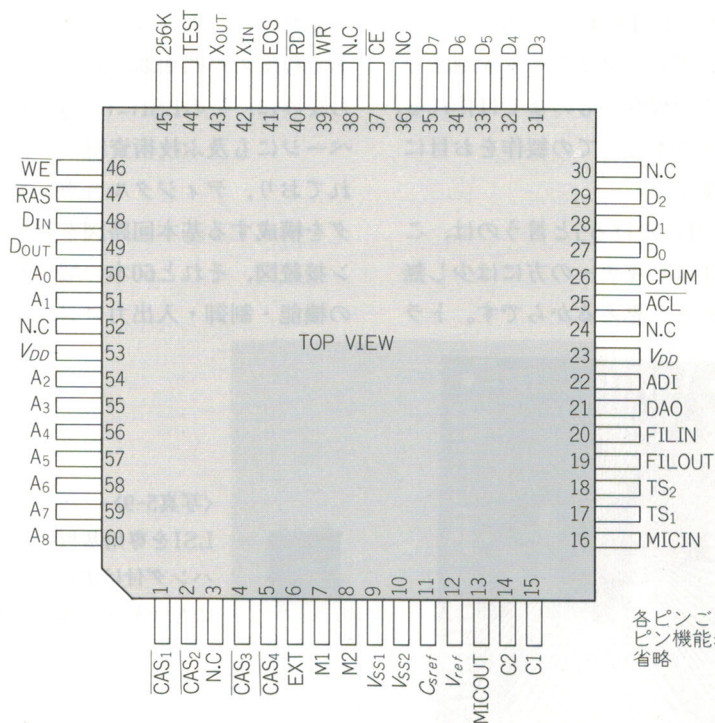
cはコイルのレアショート(トランスなどの巻線の一部がショートしている事故)も音色が大きく変化することから発見できる，導通ブザーです。

dは方形波発振器ですが，このICではVCOで構成したものに比較して波形は良くありません。

図5-10はLM1830という型番のICの応用です。このICもいろいろな応用ができますが，図では水の汚染を検出する回路だけを示しておきました。

キット利用の製作の注意

回路を考え，または製作記事などに基づいてプリント基板を作成し，一個一個部品を買い集めて機器を作り上げるのは楽しいことですが，東京秋葉原や大阪日本橋に近い場合はよいとして，地方都市からでは買い出しが容易ではありません。その上，遠路はるばる出かけても，中にはどうしても入手できない部品があったり，ICがなかったりで製作を断念しなければならないときがあります。ことに最近は部品の新陳代謝が激しいのでこのようなことが多いようです。

それを見透してか，キットメーカーから種々のキットが発売されているので，オリジナルにこだわらず多少の不満さえ妥協できれば，この際，キットを利用して手早く目的を達することも現代電子工作を楽しむには必要にしてかつ良い方法と言えましょう。こんな時代なので，キット販売業も採算が採

【図5-12】T6668の内部構成図

【図5-13】T6668のピン接続図

れると見えて，まったくはじめてエレクトロニクス工作をする人にもわかるように，実体配線図や懇切丁寧な説明書まで添付されています。

しかしキットメーカーの数は多く，中には機器メーカーが規格外として大量廃棄した不良部品を利用したものや，いつも必ず２，３個の欠品があるメーカー，たくさん部品を使用させたいためか回路中の部品の1/3は不要と思われる複雑怪奇な回路図があるなど，この世界はなかなかににぎやかです。

どこのメーカーが良くて，どこがあまり良くないなどは差障りがあるので誌上では言えませんから，購入に当たっては各自で注意していただくほかありません。

ディジタル音声レコーダ

最後に，自動組立機器を前提に作られたLSIを用いて，もっともアマチュア的なワイヤード配線法でも，この程度のものまでは作れる，という見本としての製作をお目にかけます。

「お目にかける」と言うのは，この製作はビギナーの方には少し無理があると思えるからです。トライされることは自由ですが，このような大きな規模のLSIを使用した製作では，デバイスのピン機能や各部分の働きをひとつひとつ理解しながら進めて行くことがとても大事で，そうでないと組み上げることができないばかりか，途中でトラブルでもあった場合どうしようもありません。

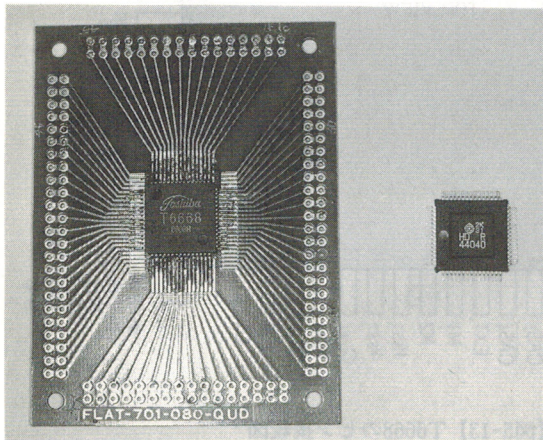
でも，ピン機能の説明だけでも数ページを要し，動作について詳細に説明しようとすると，いろいろな制約事項や約束ごとを初めとして，AD変換・アドレスカウンタ・インデックス・ステータスレジスタ・DRAM・リフレッシュカウンタ・ビットレートなどなど，耳慣れない用語がいたるところにたくさん出てくるので，その都度１つ１つ解説してゆくことは限られた紙面では到底無理です。

ここで使用したようなLSIは，現代ディジタル技術の粋をつくした製品だけに，取り扱いにはやはりある程度の専門知識が必要です。ちなみに，このLSIにはA4版約50ページにも及ぶ技術資料が添付されており，ディジタル音声レコーダを構成する基本回路図を初めピン接続図，それと60本の端子ピンの機能・制御・入出力ロジック・制約・約束事項などが詳細に記されてあります。このLSIのメーカーは東芝で，型番はT6668です。

このLSIを使用した音声レコーダの回路図とブロック図・ピン接続図だけをその技術資料から転載して**図5-11・5-12・5-13**に示し，参考に供します。回路図だけを見ると周辺回路部分に随分と省略が多く，不親切だな，と思われるかも知れませんがメーカーの技術資料に掲載されているものはおおむね皆この程度であり，メーカーの言い分を代弁すれば，このLSIを使用して何か製品を作るなら，周辺回路や応用回路の設計はユーザーがやるのが建前だ，と言うことで，事実そのとおりなのです。ICメーカーは機器メーカーではないのですから。

また私たちもそれができないと，いつまでたっても手とり足とり書いてある親切な雑誌などの製作記事だけを頼りに，物まね製作だけを続けるほかなく，これからも続々登場してくる最新のLSIを自由自在に駆使して独創的な面白い応用製作を楽しむことなどできません。

ここでは皆さんに代わって筆者がトライしますが，何時の日か皆さんも研鑽を積まれて，このようなマイコン応用機器を製作されることを願っています。今は，新しいデバイスを使用したアマチュア的配線組立の参考例として，眺めるだけにしていただきたいと思います。

ディジタル音声レコーダは音声合成装置とも呼ばれていますが，何もないところから音声を合成するものではなく，マイクなどから入力した音声をディジタル信号に

〈写真5-9〉
LSIを専用基板にハンダ付けする
これが最大の難工事！

分解してメモリーに記録し，そのディジタル記録を再びアナログ信号に戻して再生するのでこう呼ばれています。ここで使用しているメモリーは，RAMと言って書き込みと読み出しの両方ができるものですが，ROMという読み出し機能だけのメモリーを用いたものは，自動販売機や銀行の自動振込機などに組み込まれている「いらっしゃいませ」「毎度ありがとうございます」などというあれです。

メインデバイスとして使用するICは，60ピンのフラットパッケージのものです。最近のLSIではこのパッケージが多くなり，近い将来の自作には嫌でもこのようなICを使用しなければならなくなってくるのではないかと思われます。フラットパッケージのICはピン間隔が非常に狭く，ICを直接搭載できる精密なプリント基板の製作は，私たちの工具や技術では非常に困難です。そこでICだけは60ピンのフラットパッケージ専用既製実験用基板を購入し，これに搭載して使用しました。

専用基板にICを取り付けた状態を**写真5-9**に示します。基板の右にあるピン数の異なるICは，この製作とはまったく関係のないもので，フラットパッケージICのサンプルとして並べたものです。結果的に折角の高密度実装用の超小型ICも，私たちが利用するときは普通のIC10個分以上もの大きさの専用基板の面積にまで拡大されてしまうわけで，これでは高密度超小型に関しては意味ないことになりますが仕方ありません。

それにしても少しでも実装密度を上げたいと思い，周辺部品は専用既製基板に組み上げ，両者を配線でつなぐスタック(積み重ね)構造にまとめることにしました。ほかにもいろいろな方法を考えましたが，この実装方法が全体の容積を最小にするにはもっと有利なようでした。

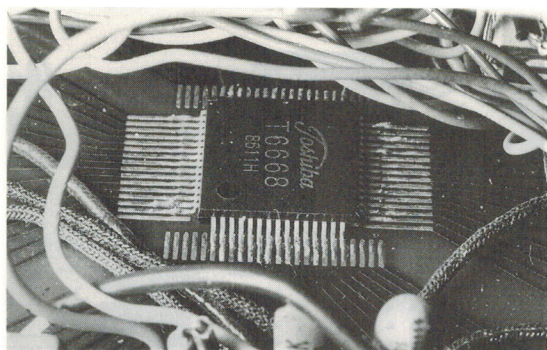
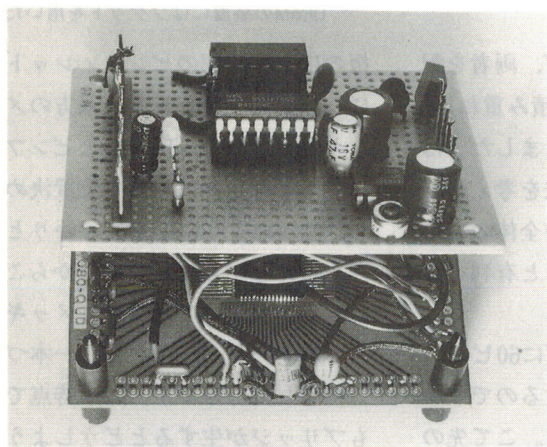
さて先ず，専用基板に60ピンICをハンダ付けで実装するのですが，これが最大の難関です。こて先のチップをもっとも細いものに交換し，ICピンの基板パターンに接触する側に，1本1本慎重にハンダメッキをします。少しでも気を抜くと，たちまちこて先がブレて隣のピンとブリッジしてしまいます。一度ブリッジすると除去が大変です。あせってこて先だけでブリッジ部分を溶かして除去しようとすると，逆にかえってブリッジ面積が広がり，さらにその隣のピンにまで及び，手がつけられなくなってしまいます。こて先でブリッジしたハンダを溶かしながら，細いより線の先でハンダを丁寧にピン先の方向に掃くようにして除去します。

メッキはできるだけ薄くかつ，むらなく均一にします。メッキの凸凹がひどいと基板のパターン上に正しく乗らず，うまくハンダ付けできません。次に同じ要領で基板のほうの60個のピンフィレットにハンダメッキします。双方のメッキが完了したらICピンとピンフィレットを正確に重ねて位置決めし，動かぬようにICをしっかりと押え付けながらICピンの上からこて先で熱を加えて，双方にメッキしてあるハンダを溶かし，一本づつ接着して行きます。この時点でもブリッジが生ずるとどうしようもなくなりますので，1回1回こて先のハンダをよく拭いながら熱だけを加えます。

ICの搭載さえうまくゆけば製作の半分は成功したも同様なので，仕上がったピンとフィレットのハンダ付けの状態をルーペで拡大しながら接着不良はないか，ブリッジはないか，ハンダの小さな玉などがピン間に狭まったりしていないか，などを徹底的に点検する必要があります。

〈写真5-10〉
2個のDRAMをパラにハンダ付けしてある様子

DRAMの装着にはソケットを用いた

周辺回路基板には，アンプと256キロバイトのDRAM(ダイナミックRAM)を4個搭載しますが，DRAMは単純に並べると配線量がそれだけ増えるし，スペースもないので2個を二段重ねにしてピンを並列にハンダ付けし，512キロバイトのDRAM ICを自作？しました。DRAMの接続を回路図で見ると，制御線1本を除いてはほかは

〈写真5-11〉
LSI周辺の様子

〈写真5-12〉
スタックに組み上げる

全部共通でよいからです。だから4段重ねで1024キロのDRAMも作れるわけです。このあたりの様子を**写真5-10**でご覧ください。

LSIからの出力では，スピーカは駆動できませんのでアンプが別に必要です。これはLM386を用いて構成しました。この部分は第3章の図3-7と同じ回路です。

入手のしにくい部品に，655kHzのセラミック発振子があります。セラミック発振子の製造メーカーのムラタに頼んで特別に分けてもらいましたが，大きな回路規模を持つLSIでは，周辺部品としてこのような特殊仕様の部品を必要とする場合が多いのです。しかし，LSIメーカーでは周辺部品のサポートまではしませんから，事前によく調べて入手の対策をしておく必要があります。

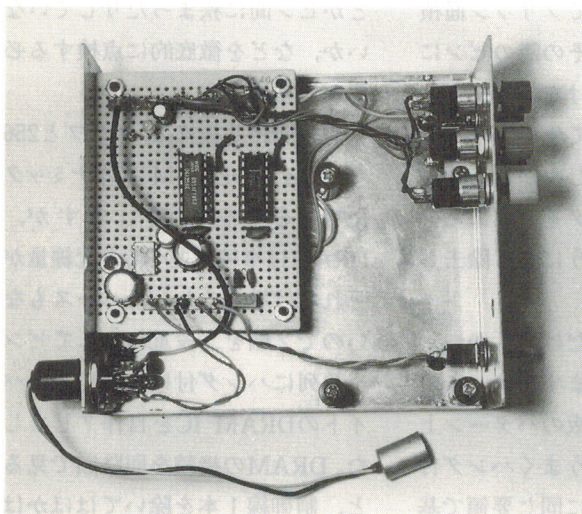
周辺回路基板とLSI基板とを配線で接続してから，適当な長さのスペーサ(カラーとも言います)を介してスタックに構成します。配線は色分けして，手順をよく考えて行わないといけません。ビッシリと混み合うので，手前のものを先に配線してからでは奥ができません。あとで点検の必要が生じることも考えて，配線の長さに奥は短く手前は長くテーパを付けて，2枚の基板間を少し開いて見ることができるようにしておくことも大事です。

LSI付近のピンのハンダ付けの様子を**写真5-11**で，スタックに組み上げた状態を**写真5-12**でご覧ください。最後に**写真5-13**のようにケース入れして完成です。

〈写真5-13〉
ケース入れしたところ

〈参考文献〉

電子機器製作の知識を補完するのに役立つ文献を，下記に紹介しておきます。

実証的エレクトロニクス工作技術
水野靖也　CQ出版社
電子，通信部品
電気通信学会編　コロナ社
トロイダルコア活用百科
山村秀穂　CQ出版社
電池の本
西村昭義　CQ出版社
新テスタの100%活用法
鈴木隆二　CQ出版社
ディジタルテスターとその応用
西村昭義　CQ出版社

作りながら学ぶファジィ理論

5. 日常生活にファジィを応用してみよう

元茂 正明

1 はじめに

ファジィ推論の応用例を紹介します。

今回は，オフィスやマンションなどの窓に取り付けられているブラインド(日よけ)の開閉をファジィ推論で自動制御する方法を紹介し，日常生活をより快適に過ごすことを試してみましょう。

ブラインドの操作は，人手によることが多く，昼間は開き，夜間は閉じるという単純な操作にファジィを使うことはないでしょう。しかし，日ざしが強いときは，少し閉じるという操作を行い，またその直後に曇れば少し開けるという操作を日常茶飯事のごとく，毎日飽きもせず行っています。

そこで「少し」という曖昧な(ファジィ)操作を今までに紹介されてきたファジィキットを用い，そのインタフェース回路を製作して，部屋の明るさや気温を計測し，これらのデータによってファジィ推論を行ってブラインドの開閉を行なう例を紹介しましょう。

図1にブラインド制御のロケーションを示します。

2 概要

『ブラインドは昼間は開き，夜間は閉じる』という操作は，キット内部のインターバルタイマーからクロックをつくり，ある地点の日の出や日の入りの時刻を算出して開閉します。

また昼間でも部屋の明るさに応じてブラインドの開閉程度を細かく操作します。すなわち，明るすぎるときは少し閉じ，暗すぎるときは少し開くという操作をします。

さらに部屋の気温が低いときは，少し開けるといった操作を日常生活で行い，部屋の明るさの制御を経験的にかつ主観的に行っていますが，こうした検知に照度や温度センサを用い，経験則をファジィルールに置き換えて推論を行い，部屋の明るさをブラインドの操作によって制御します。

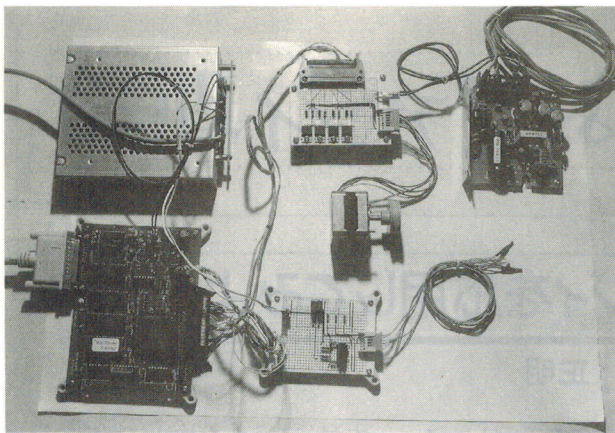
図2に示すように，部屋の明るさ等に応じてブラインドを閉じた状態(開閉角度0度)から開いた状態(90度前後)に操作します。

操作は，モータの駆動によってブラインドの開閉紐が上下に動くようにします。

3 ハードウェア

ファジィコントローラは，キッ

【図2】ブラインドの開閉状態(横から見た図)

【図1】ブラインド制御のロケーション

〈写真1〉
製作したハードウェアの外観

ト(HSB8/532-Kボードコンピュータ：北斗電子製)を用い，部屋と外の温度センサとして2端子IC温度トランスデューサAD590(ANALOG DEVICES社)を，照度センサはP201D-7R(浜松フォトニクス社)CdSを使用しました。

AD590は，電流出力1μA/Kで直線性が良くワイドレンジ(−55℃〜+150℃)の測定が可能です。また，P201D-7Rは，明るい場合には0.5k〜0.7kΩの抵抗値を，暗い場合には20MΩの抵抗値を持っています。

ブラインド駆動用のステッピングモータはVEXTA PXB43H-03A(オリエンタルモータ社)2相励磁方式のモータです。1ステップに1.8度回転し，今回は，100mS毎に1ステップ回転するようにしています。

1分間隔で3つのセンサから部屋の気温と外の気温そして照度を取り込んで，ファジィ推論を行い，その結果に応じてステッピングモータを駆動してブラインドの開閉角度を決め，部屋の明るさを調節します。

今回製作したハードウェアの概観を，**写真1**に示します。

製作した基板は，写真1でわかるように2個あります。その1つはステッピングモータのインタフェース基板で，もう1つは温度および照度センサのインタフェース基板です。

図3に，ステッピングモータとキットとのインタフェースの基板図を示します。

また2相ステッピングモータ部の回路図を**図4**に示します。

キットにはステッピングモータ用の信号がありますが，図3および図4からわかるように，直接モータには結線していません。

これは今回使用するモータの電

【図3】ステッピングモータインタフェースの基板図

端子番号	信号名	行き先
1	GND	—
2	GND	—
3	NC	—
〜	〜	〜
10	NC	—
11	P7—7	J5—26
12	P7—6	J5—27
13	P7—5	J5—28
14	P7—4	J5—29
15	NC	—
〜	〜	〜
26	NC	J5—20
27	GND	J5—34
28	GND	

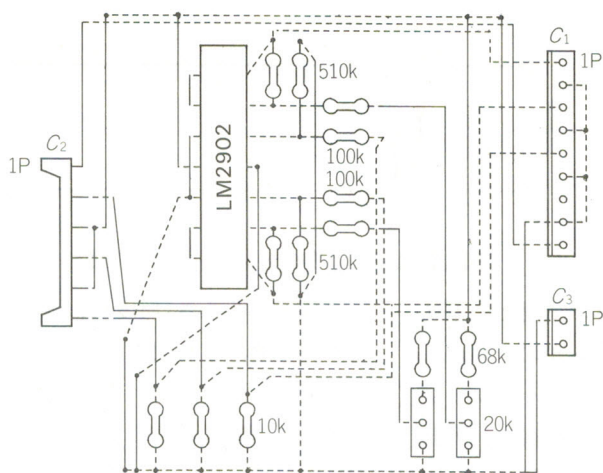
【表1】C1コネクタ(入出力)

端子番号	信号名
1	NC
2	A相
3	12V
4	B相
5	$\overline{A}$相
6	12V
7	$\overline{B}$相
8	NC

【表2】C2コネクタ(出力)

端子番号	信号名
1	12V
2	GND

【表3】C3コネクタ(入力)

【図4】2相ステッピングモータ部の回路図

【図5】温度およ
温度および
照度センサ
インタフェース
の基板図

端子番号	信号名	行き先
1	温度センサ1の出力	J4−1
2	GND	J4−2
3	温度センサ2の出力	J4−3
4	GND	J4−4
5	照度センサの出力	J4−5
6	GND	J4−6
7	NC	—
8	GND	—
9	+5V	—

【表4】C1コネクタ(出力)

端子番号	信号名
1	照度センサ　(+)
2	照度センサ　(−)
3	温度センサ1(+)
4	温度センサ1(−)
5	温度センサ2(+)
6	温度センサ2(−)

【表5】C2コネクタ(入力)

端子番号	信号名
1	GND
2	12V

【表6】C3コネクタ(入力)

流容量には不足と考えたからです(あとで知ったことですがこのモータですと充分だったそうです)。

表1，**表2**および**表3**に，図3のコネクタに対応する信号等を示します。**図5**に，温度センサ2個，それに照度センサとキットとのインタフェースの基板図を示します。

また**表4**，**表5**および**表6**に，図5のコネクタに対応する信号等を示しますた。

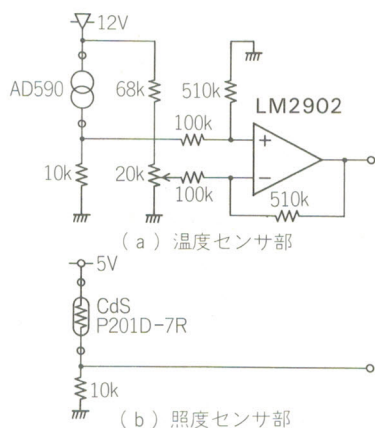
さらに**図6**に，温度センサ部と照度センサ部の回路図を示してあります。

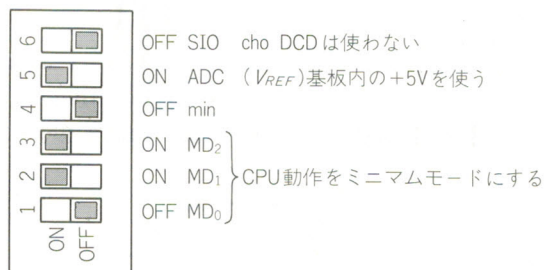
図7に，SW2ディップスイッチの設定を示しておきます。

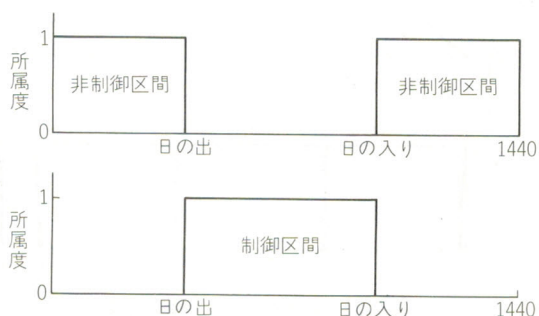
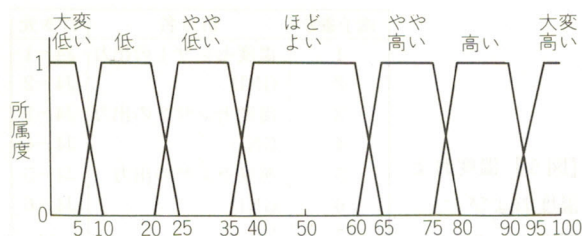
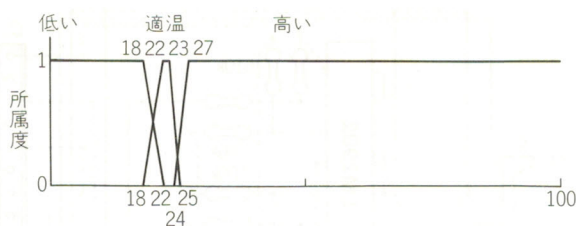
4 入力データのメンバーシップ関数の作成

このブラインドの開閉制御に対する応用として，普段どのようにしてブラインドを開閉しているのかを考えて，自分が置かれている環境下の条件をリストアップすることから作業を始めました。

図8に示すように，日出から日入までの時間帯を制御の対象とし，夜間は制御を行わないことにしました。

これについて説明すると，一般的に夜間は人為的な条件から照明器具(蛍光灯等)で部屋を明るくしたり，また就寝中は暗くしたりするので，日入から日出までの夜間は推論が困難であるとみなして図8に示すクリスプ集合を採用しました。

【図6】センサ部の回路図

【図7】デイップスイッチ(SW2)の設定

【図8】制御時刻のメンバーシップ関数(クリスプ集合)

(制御区間においてのみブラインドの開閉角度を制御する。非制御区間では，絶対的にブラインドを閉じる)

【図9】照度のメンバーシップ関数

【図10】部屋の温度のメンバーシップ関数

条件部の主語として考えた項目は，部屋の明るさ(照度)，部屋の気温，外との気温差そして直射日光です。

まず部屋の明るさは，晴れているときは，明るく，曇っているときは，少し暗い感じがします。図9は，このようにして考えたメンバーシップ関数です。気温は，人間にとって適温というものがあり，この適温からのずれが大きいほど不快感を感じます。

また気温の高低は，何らかの形で明るさの感じ方に依存しているのではないかと考え，図10に示すメンバーシップ関数を作成しました。

部屋の気温と外の気温との温度差も明るさになんらかの依存があるとみて，図11のメンバーシップ関数を作りました。最後に，太陽が南中から少し時間が経過した頃が暖かくも，明るくも感じると予想して，図12のメンバーシップ関数を作成しました。

このようにメンバーシップ関数の作成は，経験と直感そして主観的につくると，よりもっともなものができあがるのではないかと考えています。

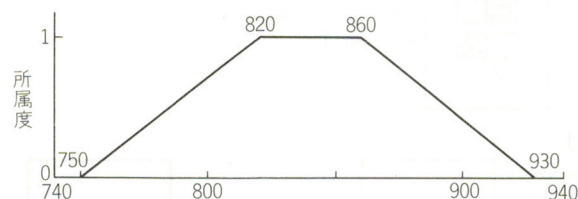
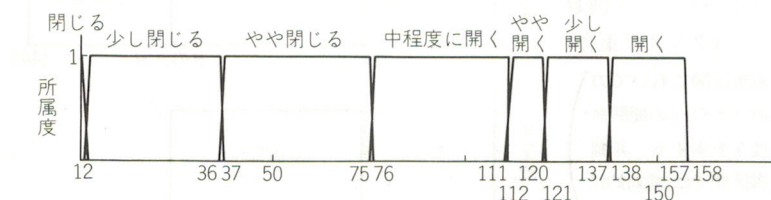
5 出力データのメンバーシップ関数の作成

ここでは，ブラインドの開閉をどの程度の明るさ(照度)のとき，どの程度開けるか閉じるかは明るさに大きく依存しています。

明るさの感じかたに気温がどの程度影響しているか，また光の強さがどの程度影響しているか，それぞれの程度は異なるが少なからず影響しています。

快適な明るさは，快適な生活につながると考えると，気温や光が明るさの感じかたに依存しているといえます。これらのことから考えて，図13に示すクリスプ集合を作りました。

すなわち，ブラインドの開閉角度は快適で必要な明るさになるように作成しました。

【図11】部屋の気温と外の気温との温度差のメンバーシップ関数

【図12】最高気温の予想出現時刻のメンバーシップ関数

【図13】ブラインドの開閉角度のメンバーシップ関数

6 ファジィ知識の作成

まず，ファジィ知識を作成する

ファジィ変数	ファジィラベル
照度	大変低い 低い やや低い ほどよい やや高い 高い 大変高い

【表7】条件部のメンバーシップ関数の状態

ファジィ変数	ファジィラベル
室温	低い 適温 高い

【表8】条件部のメンバーシップ関数の状態

前に，ファジィ変数とそのファジィラベルを**表7**から**表11**のように作成します。

次に，ファジィルールをつくることにします。

リスト1に示すように，if〜then──形式でルールを表現することです。

条件部は，簡潔に表現することが大切です。また条件部の項目がたくさんある場合は，それぞれの項目を階層的に分類し，関係付けをして，結論部との対応を考慮していくと良いと思います。

さらに**リスト2**に示すように，リスト1のファジィルールと表7から表11のデータにしたがってファジィ知識を記述します。

また，ここでは推論に必要な入力データの宣言を行います。ここでの入力データは，センサからのデータだけとはかぎりません。

リスト2のようにセンサからのデータ間から新たな入力データを宣言します。

出力データの宣言は，この場合キットからデータを直接受け取るステッピングモータの回転方向や回転数を考えて宣言すると良いと思います。なぜなら，モータとブラインドの開閉角度は1対1に対応しているからです。

ここでは，0から180の範囲としました。

入力や出力データのメンバーシップ関数の宣言は，図8から図13のデータにしたがって行います。

制御部分の宣言は，対象とする事象やそのデータの振舞いによって決めると良いです。

ここでは，所属度の精度を100段階に，整形法は，縮小整形法を，合成法は，加算法を用いました。

7 アセンブリ言語によるプログラミング

ここでは，H8用のアセンブリ言語を用いてステッピングモータ用

ファジィ変数	ファジィラベル
室温と外気温との差	室温の方がかなり高い
	室温の方が高い
	差がほとんどない
	外気温の方が高い
	外気温の方がかなり高い

【表9】条件部のメンバーシップ関数の状態

ファジィ変数	ファジィラベル
南中時頃の照度	照度が高い
	照度があまりにも高い

【表10】条件部のメンバーシップ関数の状態

ファジィ変数	ファジィラベル
ブラインドの開閉角度	閉じる
	少し閉じる
	やや閉じる
	中程度に開く
	やや開く
	少し開く
	開く

【表11】結論部のメンバーシップ関数の状態

【リスト1】ファジイルール

```
ルール　1　　もし　（現時刻が夜間である）
　　　　　　　ならば　（ブラインドは閉じる）

ルール　2　　もし（現時刻が昼間である）
　　　　　　　ならば（ブラインドの制御時間帯とする）

　以下のルールは、制御対象である

ルール　3　　もし（照度が大変低い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、開く）

ルール　4　　もし（照度が低い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは少し開く）

ルール　5　　もし（照度がやや低い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、やや開く）

ルール　6　　もし（照度がほどよい）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、中程度に開く）

ルール　7　　もし（照度がやや高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、やや閉じる）

ルール　8　　もし（照度が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し閉じる）

ルール　9　　もし（照度が大変高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、閉じる）

ルール　10　　もし（室温が低い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し閉じる）

ルール　11　　もし（室温が適温）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、中程度に開く）

ルール　12　　もし（室温が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し開く）

ルール　13　　もし（室温と外気温の差がかなり大きく、室温の方が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し開く）

ルール　14　　もし（室温と外気温の差が大きく、室温の方が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し閉じる）

ルール　15　　もし（室温と外気温の差がほとんどない）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し閉じる）

ルール　16　　もし（室温と外気温の差が大きく、外気温の方が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、開く）

ルール　17　　もし（室温と外気温の差がかなり大きく、外気温の方が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、開く）

ルール　18　　もし（日中の最高気温の出現時間帯に照度があまりにも高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、閉じる）

ルール　19　　もし（日中の最高気温の出現時間帯に照度が高い）
　　　　　　　ならば（ブラインドは、少し閉じる）
```

の100mS毎の駆動用割り込みプログラムおよびクロック用の100mS毎の割り込みプログラムを作り，またクロック用のプログラムの中で日出，日入および南中を算出しています(**リスト3**)。

ここでの日の出，日の入および南中の計算には理科年表1992年版の〝各地の太陽，月の出入，南中推算表″およびその計算式を用いました。計算誤差は2分以内です。

8 BASIC言語による推論手順プログラム

キットでの推論手順は，推論手順プログラムを利用していますが，ここでは北斗電子製のH8/500 BASICを用いることにしました。プログラム作りは従来通りのBASICコマンド・関数が使用でき，そのうえ，H8のハードウェア

```
  1  /* ファイル名： blind */
  2  /* 入力ブロック */
  3  input
  4  {       sunrise                      : in0, 0..1439 ;                /* 日出 */
  5          southing                     : in1, 0..1439 ;                /* 南中 */
  6          sunset                       : in2, 0..1439 ;                /* 日入 */
  7          clock                        : in3, 0..1439 ;                /* 時刻 */
  8          room temparature             : in4, 0..100 ;                 /* 室温 */
  9          outside temparature          : in5, 0..100 ;                 /* 気温 */
 10          bright                       : in6, 0..100 ;                 /* 照度 */
 11          addition of southing time    : in1 + 120, 0..1559 ; /* 気温の最高時刻 */
 12          difference of pre sunrise    : in3 - in0(1439), 0..2880 ; /* 日出以前 */
 13          difference of post sunset    : in3 - in2(1439), 0..2880 ; /* 日入以後 */
 14          difference of temparature    : in5 - in4(100), 0..200 ;   /*   温度差 */
 15  }
 16  /* 出力ブロック */
 17  output
 18  {
 19          blind : 0 , 0..180 ;                             /* ブラインドの開閉角度 */
 20  }
 21  /* ルールブロック */
 22  rule
 23  {        if[ difference of pre sunrise is sunrise before ]      /* ルール  1 */
 24             [ difference of post sunset is sunset after ]
 25                  then( blind is close ) ;
 26           if( difference of pre sunrise is not sunrise before )  /* ルール  2 */
 27             ( difference of post sunset is not sunset after )
 28                  then( it is control period ) ;
 29           if( it is control period )                             /* ルール  3 */
 30             ( bright is very low )
 31                  then( blind is open );
 32           if( it is control period )                             /* ルール  4 */
 33             ( bright is low )
 34                  then( blind is bit open );
 35           if( it is control period )                             /* ルール  5 */
 36             ( bright is near low )
 37                  then( blind is a bit open );
 38           if( it is control period )                             /* ルール  6 */
 39             ( bright is moderate )
 40                  then( blind is middle open );
 41           if( it is control period )                             /* ルール  7 */
 42             ( bright is near hight )
 43                  then( blind is a bit close );
 44           if( it is control period )                             /* ルール  8 */
 45             ( bright is high )
 46                  then( blind is bit close );
 47           if( it is control period )                             /* ルール  9 */
 48             ( bright is very high )
 49                  then( blind is close );
 50           if( it is control period )                           /* ルール  1 0 */
 51             ( room temparature is low )
 52                  then( blind is bit close );
 53           if( it is control period )                           /* ルール  1 1 */
 54             ( room temparature is middle )
 55                  then( blind is middle open );
 56           if( it is control period )                           /* ルール  1 2 */
 57             ( room temparature is high )
 58                  then( blind is bit open );
 59           if( it is control period )                           /* ルール  1 3 */
 60             ( difference of temparature is too large room_high )
 61                  then(  blind is a bit open ) ;
 62           if( it is control period )                           /* ルール  1 4 */
 63             ( difference of temparature is large room_high )
 64                  then( blind is bit open ) ;
 65           if( it is control period )                           /* ルール  1 5 */
 66             ( difference of temparature is small )
 67                  then( blind is bit open ) ;
 68           if( it is control period )                           /* ルール  1 6 */
 69             ( difference of temparature is large outside_high )
 70                  then( blind is open ) ;
 71           if( it is control period )                           /* ルール  1 7 */
 72             ( difference of temparature is too la
 73                  then( blind is open ) ;
 74           if< addition of southing time is southi
 75             < clock is afternoon >
 76             < bright is very high >
 77                  then( blind is close ) ;
 78           if< addition of southing time is southi
 79             < clock is afternoon >
 80             < bright is high >
 81                  then( blind is bit close ) ;
 82  }
 83  /* メンバーシップ関数ブロック */
 84  membership
 85  {        input
 86           [        clock
 87                    (
 88                            afternoon      : trap,
 89                    )
 90                    difference of pre sunrise
 91                    (
 92                            sunrise before : trap,
 93                    )
 94                    difference of post sunset
 95                    (
 96                            sunset after   : trap,
 97                    )
 98                    room temparature
 99                    (       low    : trap, 0#..18#.
100                            middle : trap, 18..22#.
101                            high   : trap, 24..27#.
102                    )
103                    bright
104                    (       very low   : trap, 0#..
105                            low        : trap, 5..
106                            near low   : trap, 20..
107                            moderate   : trap, 35..
108                            near hight : trap, 60..
109                            high       : trap, 75..
110                            very high  : trap, 90..
111                    )
112                    addition of southing time    /*
113                    (
114                            southing period : trap,
115                    )
116                    difference of temparature  /*
117                    (       too large room_high
118                            large room_high
119                            small
120                            large outside_high
121                            too large outside_high
122                    )
123           ]
124           output
125           [        blind
126                    (       close        : tri ,
127                            bit close    : trap ,
128                            a bit close  : trap ,
129                            middle open  : trap ,
130                            a bit open   : trap ,
131                            bit open     : trap ,
132                            open         : trap ,
133                    )
134           ]
135  }
136  /* 制御パラメータブロック */
137  control
138  {        range      : 100 ;        /* 所属度の精度
139           reform     : ratio ;      /* メンバーシッ
140           synthesis  : add ;        /* メンバーシッ
141  }
142
```

【リスト2】ファジィ知識ベース

に依存した部分をサポートする特別なコマンドもあり，BASICがわかる人ならリストだけで処理の内容がわかってしまいます。

リスト4のプログラムでは，実行時の月日，時刻，緯度および経度を入力し，前記のアセンブラプ

```
  outside_high )

 period >  /* ルール  １８ */


 period >  /* ルール  １９ */





                    /* 現在時刻 */

720..721#..1439# ;

  /* 日出以前の時間帯（夜間） */

0#..1439#..1440 ;

  /* 日入以後の時間帯（夜間） */

1438..1439#..2880# ;

                  /* 部屋の気温 */
  22 ;
  23#..25 ;
  100# ;

                       /* 照度 */
 5#..10 ;
10#..20#..25 ;
 25#..35#..40 ;
 40#..60#..65 ;
 65#..75#..80 ;
 80#..90#..95 ;
 98#..100# ;

  日中の予想最高気温のとる時刻 */

  750..820#..860#..930 ;

部屋の温度と外の気温との温度差 */
 : trap, 0#..90#..96;
 : tri,  90..96#..100 ;
 : tri,  99..100#..101 ;
 : tri,  100..104#..110 ;
 : trap, 104..110#..200# ;



        /* ブラインドの開閉角度 */
)#..2 ;
1..2#..36#..37 ;
36..37#..75#..76 ;
75..76#..111#..112 ;
111..112#..120#..121 ;
120..121#..137#..138 ;
137..138#..157#..158 ;




    関数の整形は縮小整形法 */
    関数の合成は加算法 */
```

```
 1  ; 100 mS interval timer(motor) and 100 mS interval timer(clocl) program
 2  ;
 3  ; this area is ram data address
 4
 5              .org       h'5052
 6  ocia2:       .data.w    PROG1    ; 100mS interval timer program vecter position
 7                  ; ( spepping motor )
 8
 9              .org       h'505a
10  ocia3:       .data.w    PROG2    ; 100mS interval timer program vecter position
11                  ; ( clock )
12            .org       h'C000
13  ; pulse motor data area
14  state:     .data.b     0         ; pulse motor state for control.
15  direct:    .data.b     0         ; request direction for rotation.
16  count:     .data.w     0         ; request step number for rotation.
17  position:  .data.w     0         ; pulse motor position.
18  ; clock data area
19  passflag:  .data.b     0         ; 1 minute passtime flag
20  dumy0:     .data.b     0         ;
21  mincount:  .data.w     0         ; a minute is 600 counts.
22  clock:     .data.w     0         ; a day is 1440 minutes.
23  date:      .data.w     0         ; a year is 365 days.
24  tokei:     .data.w     0         ; tokei is keido*10.
25  hokui:     .data.w     0         ; hokui is ido*10.
26  Mvalue:    .data.w     0         ; T = T0+M+-N*n.
27  Nvalue:    .data.w     0         ; T = T0+M+-N*n.
28  Hnvalue:   .data.w     0         ; T = T0+M+-N*n. Hn=100*n
29  stdrize:   .data.w     0         ; tokyo standard sunrize clock X0.
30  stdset:    .data.w     0         ; tokyo standard sunset clock Y0.
31  stdcen:    .data.w     0         ; tokyo standard southing clock Z0.
32  sunrize:   .data.w     0         ; local sunrize clock X.
33  sunset:    .data.w     0         ; local sunset clock Y.
34  suncen:    .data.w     0         ; local southing clock Z.
35
36  p7ddr:       .equ       H'FF8C
37  port7:       .equ       p7ddr+2
38
39  tcr2:        .equ       H'FFA0
40  tcsr2:       .equ       tcr2+1
41  frc2:        .equ       tcr2+2
42  ocra2:       .equ       tcr2+4
43
44  tcr3:        .equ       H'FFB0
45  tcsr3:       .equ       tcr3+1
46  frc3:        .equ       tcr3+2
47  ocra3:       .equ       tcr3+4
48
49  ipra:        .equ       H'FFF0
50  iprb:        .equ       ipra+1
51  iprc:        .equ       ipra+2
52
53  ; this procedure initializes system data.
54  ; pulse motor control by 100 mS interupt.
55  ; data control by 100 mS interupt.
56  ; interupt system set priority level(interval1-2 , interval2-2).
57  ; general register is init data set.
58  ; fuzzy knowledge data moves ram area. it generates each irq.
59
60               .org       h'6000
61  IRQST:       bsr        irqinit
62               bsr        reginit
63               bsr        intval1
64               jsr        @intval2
65               andc.w     #h'f8ff,sr
66               jsr        @irqok
67               jsr        @daychg
68               rts
69
70  reginit:     mov.b      #h'ff     ,     @p7ddr     ; port7 output mode
71               mov.b      #h'99     ,     r0         ; #b10011001
72               mov.b      r0        ,     @state
73               and.b      #h'f0     ,     r0         ; 0-3 bits mask
74               mov.b      r0        ,     @port7     ; output to port7(7-4 bits)
75               clr.b      @direct                    ; clear direct data
76               clr.w      @position                  ; when reset then position = 0
77               clr.w      @count                     ; clear count data
78               clr.b      @passflag                  ; clear passtime flag
79               mov.w      #300      ,     @mincount  ; 0.5 minute interval
80               rts
81
82  irqinit:     mov.b      @iprb     ,     r0         ; irq priority register b
83               or.b       #3        ,     r0         ; irq ocia2 level set 2
84               mov.b      r0        ,     @iprb      ; ocia2 is irq 2 level
85               mov.b      @iprc     ,     r0         ; irq priority register c
86               or.b       #h'20     ,     r0         ; irq ocia3 level set 2
87               mov.b      r0        ,     @iprc      ; ocia3 is irq 2 level
88               rts
89
90  irqok:       mov.b      @tcsr2     , r0            ; read oc flag_a
91               bclr.b     #5         , @tcsr2        ; clear bit oc flag_a
92               clr.w      @frc2                      ; clear free counter 2
```

【リスト3】ステッピングモータ駆動プログラムおよびクロック，

```
 93            bset.b    #5          , @tcr2        ; enable oc_a 2 irq
 94            mov.b     @tcsr3      , r0           ; read oc flag_a
 95            bclr.b    #5          , @tcsr3       ; clear bit oc flag_a
 96            mov.w     #1536       , @frc3        ; set 1536 on free counter 3
 97            bset.b    #5          , @tcr3        ; enable oc_a 3 irq
 98            rts
 99
100  intval1:  clr.w     @frc2
101            mov.w     #30720      ,   @ocra2     ; 30720 is 100mS
102            mov.b     #2          ,   @tcr2      ; clock is system clock/32
103            mov.b     #1          ,   @tcsr2     ; free counter is auto clear
104            rts
105
106  intval2:  clr.w     @frc3
107            mov.w     #30720      ,   @ocra3     ; 30720 is 100mS
108            mov.b     #2          ,   @tcr3      ; clock is system clock/32
109            mov.b     #1          ,   @tcsr3     ; free counter is auto clear
110            rts
111
112  ; 100 ms interval stepping motor drive program
113  ; set request counter value to count
114  ; set motor rotate direction to direct
115  ; when rotate right, value set #1, when rotate left,  value is #2
116
117  PROG1:    stm        (r0-r6)    ,   @-sp       ; stack processing
118            mov.b      @tcsr2     ,   r0         ; flag remove
119            bclr.b     #5         ,   @tcsr2     ; flag remove
120            mov.w      @count     ,   r0         ; check count == 0
121            bne        motoron                   ; if count == 0 then motor drive
122            ldm        @sp+       ,   (r0-r6)
123            rte
124  motoron:  cmp.b      #1         ,   @direct
125            beq        positive
126            cmp.b      #2         ,   @direct
127            beq        negative
128            clr.w      @count
129            ldm        @sp+       ,   (r0-r6)
130            rte
131  positive: rotl.b     @state
132            add.w      #1         ,   @position  ; position is 1 up
133            bra        movep7
134  negative: rotr.b     @state
135            add.w      #-1        ,   @position  ; position is 1 down
136  movep7:   add.w      #-1        ,   @count
137            mov.b      @state     ,   r0
138            and.b      #h'f0      ,   r0
139            mov.b      r0         ,   @port7
140            ldm        @sp+       ,   (r0-r6)
141            rte
142
143  ; 100 mS interval timer for clock
144  ; interval 1 minute is 600 counts
145  ; decrement "mincount" by this interupt program
146  ; clock is 0-1439(00:00-23:59) minute
147  ; day is 1-356
148  ; 100 ms interval sequencer program
149
150  PROG2:    stm        (r0-r6)    ,   @-sp
151            mov.b      @tcsr3     ,   r0
152            bclr.b     #5         ,   @tcsr3
153            add.w      #-1        ,   @mincount  ; count down minute counter
154            beq        minitup                   ; if counter == 0 then minieup
155            ldm        @sp+       ,   (r0-r6)
156            rte
157  minitup:  mov.w      #600       ,   @mincount  ; set 6000 to minute counter
158            mov.b      #1         ,   @passflag  ; set 1 to passtime flag
159            add.w      #1         ,   @clock     ; count up clock
160            cmp.w      #1440      ,   @clock     ; if 00.00am(1440) then dayup
161            beq        dayup
162            ldm        @sp+       ,   (r0-r6)
163            rte
164  dayup:    clr.w      @clock                    ; set 0 to clock
165            add.w      #1         ,   @date      ; count up date
166            cmp.w      #366       ,   @date      ; check date == 366
167            bne        daychange
168            mov.w      #1         ,   @date      ; date is janary.1
169  daychange: bsr       daychg
170            ldm        @sp+       ,   (r0-r6)
171            rte
172
173  ; calculate sunrise, sunset and southing time
174  ; calculate M value
175  daychg:   mov.w      @tokei     ,   r0         ; M=(790-4*(x-1200))/10
176            sub        #1200      ,   r0         ; r0=x-1200
177
178
179
180
181
182       以下は日出、日入および南中時刻の計算プログラムです
183
184            (省略します)
```

つづき【リスト3】日出，日入，南中時刻の算出プログラム

ログラムを呼び出し，またファジィ知識のルーチンを引数を用いて呼び出しています。また推論途中の諸々の値を表示しています。

このボードコンピュータ用のBASICはアセンブリルーチンの呼び出しだけでなく，ビット演算やWORD単位のpeek，porkおよび割り込み処理をもサポートしていますので本当は，前記のアセンブリ言語のプログラムもBASIC言語で記述できましたが，プログラムとして先につくってありましたのでそのまま用いました。このBASICは，なかなか優れ物です。

9 ファジィ知識の評価（シミュレーション）

ファジィ・パラダイム

ファジィ理論が発表されてから約30年近くになろうとしていますが，最近ではいろいろな分野での応用が盛んに行われ推論方法の研究や応用事例がたくさん発表されています。

特に制御系への応用事例が数多く見られます。

これは応用分野において熟練者の経験と知識，すなわち数学でいう確率的におこる事象を職業的勘によって処理されている部分(理論的に表現が困難なもの)があり，その依存度が大きいからではないでしょうか。

この確率的事象(ファジイ集合)をファジィ推論することによって熟練者にもっとも適合した正確な制御が行われるところに起因しているように思います。

制御系でのファジィ推論は入力

まず，ファジィ知識をコンパイルします(**リスト5**)。

次に，ファジィシミュレータで推論を行います(**リスト6**)。

ここでは予想した結果が得られるまで，ファジィ知識の検討および変更，コンパイルそしてシミュレーションを繰り返します。

10 ファジィキットで実行

以下の手順で処理します。

a) まず，ファジィコンパイラ／コンバータマネージャでファジィ知識のコンパイルとコンバートを行い(**リスト7**)，モトローラ形式のファイルを作成します。

ここでは，BLIND．MOTというファイルが作成されます。

→推論→出力といった単純な1ルーチンとして使用されることが多く，日常用いるアナログ的表現を用いてファジィモデル(ファジィ知識)を容易に作成できて，また推論エンジンの高速化によってリアルタイムシステムに威力を発揮します。

このようにファジィ推論の応用を見てくると，システム全体の処理をファジィを用いて処理するという手法には無理が生じてくることは言うまでもなく，閉じた世界となり発展もないでしょう。

ファジィによる処理はシステムを構成する部分的な一つの処理手段として位置づけることによって一つのパラダイムが作られ，制御系だけでなくほかの処理系にもファジィを用いたシステムへの応用と発展があるように思います。

```
200 '**********************************************************************
210 ' Pulse motor data area by assembler program
220 ' direct addressed..... &Hc001. request direction for rotation.
230 ' count addressed...... &Hc002. request step number for rotation.
240 ' position addressed... &Hc004. pulse motor position.
250 ' Clock data area by assembler program
260 ' passflag addressed... &Hc006. 1 minute passtime flag
270 ' clock addressed...... &Hc00a. a day is 1440 minutes.
280 ' date addressed....... &Hc00c. a year is 365 days.
290 ' tokei addressed...... &Hc00e. tokei is keido*10.
300 ' hokui addressed...... &Hc010. hokui is ido*10.
310 ' sunrize addressed.... &Hc01e. local sunrize clock X.
320 ' sunset addressed..... &Hc020. local sunset clock Y.
330 ' suncen addressed..... &Hc022. local southing clock Z.
340 '**********************************************************************
1000 dim fin(10)
1100 print:input "month(1-12)= ";mn
1105 input "day(1-31)= ";dn
1110 if mn = 1  then td = 0   : goto 1300
1120 if mn = 2  then td = 31  : goto 1300
1130 if mn = 3  then td = 59  : goto 1300
1140 if mn = 4  then td = 90  : goto 1300
1150 if mn = 5  then td = 120 : goto 1300
1160 if mn = 6  then td = 151 : goto 1300
1170 if mn = 7  then td = 181 : goto 1300
1180 if mn = 8  then td = 212 : goto 1300
1190 if mn = 9  then td = 243 : goto 1300
1200 if mn = 10 then td = 273 : goto 1300
1210 if mn = 11 then td = 304 : goto 1300
1220 if mn = 12 then td = 334 : goto 1300
1230 print "month error": goto 1100
1300 td = td+dn
1310 print:input "hour(JST.0-23)= ";hn
1315 input "minute(JST.0-59)= ";cn
1320 tm = hn*60+cn
1330 print:input "hokui*10(exp.431)= ";hi
1335 input "toukei*10(exp.1412)= ";ti
1340 wpoke &Hc00a, tm : wpoke &Hc00c, td :     ' word(16bit) poke command
1350 wpoke &Hc00e, ti : wpoke &Hc010, hi
1360 regb(ADCSR)=&b00010010 :                  ' register command for peripheral
1370 regb(ADCSR)=&b00110010
1380 print:print
1390 ' Call to assembler program
1400 call @IRQST :                             ' assembler program link
1410 waitflag = peek(&Hc006)
1415 'print waitflag
1420 if waitflag = 1 then poke &Hc006, 0 : goto 1430 else goto 1410
1430 sr = wpeek(&Hc01e) : ss = wpeek(&Hc020) :      ' word(16bit) peek command
1440 sc = wpeek(&Hc022) : cl = wpeek(&Hc00a)
1450 rtemp = sftr(regw(ADDRA),6) :                  ' register and shift command
1460 atemp = sftr(regw(ADDRB),6)
1470 light = sftr(regw(ADDRC),6)
1480 rtemp = rtemp*100/1023 : atemp = atemp*100/1023
1490 light = light*100/1023
1500 fin(0) = sr : fin(1) = sc : fin(2) = ss : fin(3) = cl
1520 fin(4) = rtemp : fin(5) = atemp : fin(6) = light
1525 ' Call to procedure of fuzzy infference
1530 proc{   fuzzy(@BLIND, *fin(), *fout)   }
1550 posit = wpeek(&Hc004)
1560 if fout > posit then 1600
1570 if fout = posit then 1620
1580 div = posit-fout : poke &Hc001, 2 : wpoke &Hc002, div
1590 goto 1620
1600 div = fout-posit : poke &Hc001, 1 : wpoke &Hc002, div
1610 ' display data on CRT
1620 currentHour  = cl/60 : currentMinute  = cl amod 60
1650 southingHour = sc/60 : southingMinute = sc amod 60
1660 southingHour = sc/60 : southingMinute = sc amod 60
1665 'data printing
1670 print "Current Time  = "; currentHour;  ":"; currentMinute
1674 print "      sunrise  = "; sunriseHour;  ":"; sunriseMinute
1676 print "      sunset   = "; sunsetHour;   ":"; sunsetMinute
1678 print "      southing = "; southingHour; ":"; southingMinute
1680 print "      room temperature    = "; rtemp
1682 print "      outside temperature = "; atemp
1684 print "      bright = "; light
1686 print
1688 print "      blind angle = "; posit
1690 print:print
1692 goto 1410
1700 end
```

【リスト4】BASIC言語による推論手順プログラム

BASICクロスコンパイラは(株)北斗電子のH8/500-BASを使用

```
A>fc blind
 Hokuto Denshi(R) Fuzzy Compiler Version 1.13
 Copyright(C) Engineering Lab of Hokkaido 1989-1991. All rights reserved

 **** variable name [ clock ] is zero at value from 0 to 720
 **** variable name [ clock ] is zero at value 720
 **** variable name [ difference of pre sunrise ] is zero at value 1440
 **** variable name [ difference of pre sunrise ] is zero at value from 1440 to 2880
 **** variable name [ difference of post sunset ] is zero at value from 0 to 1438
 **** variable name [ difference of post sunset ] is zero at value 1438
 **** variable name [ addition of southing time ] is zero at value from 0 to 750
 **** variable name [ addition of southing time ] is zero at value 750
 **** variable name [ addition of southing time ] is zero at value 930
 **** variable name [ addition of southing time ] is zero at value from 930 to 1559

 Create knowledge code file [.fcx] :  blind.fcx
```

【リスト5】ファジィコンパイラの使用方法

```
A>fs blind
 Hokuto Denshi(R) Fuzzy Simulator Version 1.13
 Copyright(C) Engineering Lab of Hokkaido 1989-1991. All rights reserved

*** input 7 data : [*** , *** , ***] ---> END : [ESC] ***
366,696,994,810,24,15,70 ←―― 入力データ
                              日出366(6:02),南中696(11:36),日入994(16:34)
                              現時刻810(13:30),室温24,外気温15,明るさ70
        ≀
    途中省略
        ≀
 **** output no 0 is data :  75 ←―― 出力データ(ブラインドの開閉角度75°)
*** input 7 data : [*** , *** , ***] ---> END : [ESC] ***
366,696,994,1320,24,10,60
        ≀
    途中省略
        ≀
 **** output no 0 is data :  0
*** input 7 data : [*** , *** , ***] ---> END : [ESC] ***

 *** end ***
```

【リスト6】ファジィシミュレーションの方法および推論例

```
A>fcman blind
FC/FCNV Manager Version 1.03
Copyright (C) Hokuto Denshi 1992.  All rights reserved.
Compile:BLIND Complete !!
Convert:BLIND (0X9000～0X9651)  Complete !!
```

【リスト7】ファジィコンパイラ/コンバータマネージャ

```
A>symequ blind
Fuzzy_knowledge symbol for HBC converter. Ver.1.00
```

【リスト8】ファジィ知識データのシンボルファイルをコンバートしてアセンブラのラベルファイルにする方法

b) 次にコマンドSYMEQUを使って，ファジィ知識データのシンボルファイルをアセンブラのラベルファイルにコンバートします。(**リスト8**)。

c) 実際には1行のコマンドですが，BASICクロスコンパイラおよびクロスアセンブラを使って，BASICプログラムとアセンブリプログラム，およびファジィ知識のシンボルとをリンクしてモトローラ形式のファイルを作成します(**リスト9**)。

ここでは,CONTROL．MOTというファイルが作成されます。

d) ファジィキットのディップスイッチ(SW2)を図7の状態に設定して，キットの電源を入れます。

e) 前記の2つのモトローラ形式のファイルを，キットのボードコンピュータに転送します。方法は，**リスト10**に示すように，Tコマンドを用いて行います。

リスト10では，すでにTERMコマンドでキットとの通信が行われ，MON＞というプロンプトが表示されて，コマンド持ちの状態から始まっています。

f) さて，いよいよGコマンドでブラインドの制御の実行です(リスト10)。

11 おわりに

今回は，ファジィキットで用意されているソフトウェアだけでなく，H8ボードコンピュータ用のアセンブラとBASICを用いて，ブラインドの制御を試みました。

このアセンブラは，入出力周りや高速処理には便利なものです。

またBASICは，アセンブラやファジィ知識では困難な演算や色々

```
A:¥>bc b:control b:motor blind    (bcはバッチファイル名)
                                  └→ファジィ知識
A:¥>Echo off          └→アセンブラプログラム
            └→BASICプログラム
Hokuto Denshi Corp  H8/500 Series Optimizing Basic Compiler Ver 1.20A
Copyright (C) Hokuto Denshi Co.,Ltd.  1992.  All rights reserved.


(inp)Source(Basic)  file=b:control.BAS
(out)Object(Code)   file=b:control.MAR
(out)Values(RAM)    file=b:control.RAM

Compile complete.

Hokuto Denshi Corp  H8/500 Series Absolute Cross Assmbler  Ver 1.53B
Copyright (C) Hokuto Denshi Co.,Ltd.  1992.  All rights reserved.

Source file=b:control.MAR
: Object address. :
: H'3000 - H'34B6 :
: H'34B8 - H'35B3 :
:   end of file.  :

        途中省略


Source file= b:motor.MAR
: Object address. :
: H'0052 - H'0053 :
: H'005A - H'005B :
: H'C000 - H'C023 :
: H'FF8C - H'FF8B :
: H'FFA0 - H'FF9F :
: H'FFB0 - H'FFAF :
: H'FFF0 - H'FFEF :
: H'9000 - H'93FB :
:   end of file.  :

Source file=b:control.RAM
: Object address. :
: H'D000 - H'D0A1 :
:   end of file.  :

Source file=   blind.MAR
: Object address. :
:      None.      :
:   end of file.  :

Object file=b:control.MOT          ←目的のファイル
Map    file=b:control.MAP
Symbol file=b:control.SYM
Assmble complete.
```

【リスト9】クロスアセンブラ，BASICクロスコンパイラの使用方法，BASICプログラムとアセンブリプログラムおよびファジィ知識のシンボルのリンク方法

```
MON>R
Reading S-format program.
Ready !
*TERM COMMAND MODE*
T CONTROL.MOT                  CONTROL.MOT を転送
CONTROL.MOT
   ⟆
  途中省略
   ⟆
Reading complete !!
MON>R
Reading S-format program
Ready !
*TERM COMMAND MODE*
T BLIND.MOT                BLIND.MOT を転送
BLIND.MOT
   ⟆
  途中省略
   ⟆
Reading complete !!
MON>G                        実行
month(1-12)= 10               １０月
day(1-31)= 30                 ３０日
hour(JST.0-23)= 12            １２時
minute(JST.0-59)= 00            ００分
hokui*10(exp.431)= 434          北緯４３．４度
toukei*10(exp.1412)= 1412       東経１４１．２度

Current Time  = 12:1
     sunrise  = 6:0
     sunset   = 16:35
     southing = 11:19
     room temperature    = 28
     outside temperature = 15
     blight = 47
     blind angle = 106
Current Time  = 12:2
     sunrise  = 6:0
     sunset   = 16:35
     southing = 11:19
     room temperature    = 13
     outside temperature = 26
     blight = 84
     blind angle = 40

Current Time  = 12:3
     sunrise  = 6:0
     sunset   = 16:35
     southing = 11:19
     room temperature    = 31
     outside temperature = 22
     blight = 24
     blind angle = 124

    以下省略
     ⟆
```

【リスト10】データ転送および実行方法

な処理を簡単なプログラムで実現できました。特に，アセンブラ・ファジィ知識との対応がうまくできていて，大変使いやすいものでした。

実験では，ステッピングモータは回転するのですが，ブラインドの紐をうまく駆動できず，空まわりをして思い通りブラインドの開閉ができなかった事が多々ありました。また，天候にしたがってブラインドの開閉をするのをのんびり見ていることができなくて，温度センサを温めたり，冷やしたり，照度センサをライトに当てたりして，ステッピングモータが回転するのを見て楽しみました。

最後に，本キットを利用しての応用例の開発と本紙掲載の機会を与えて下さり，一連の作業に終始，助言と指導，支援をいただいた北海道工業試験所の高野好平さん，BASICについて助言と支援して下さった北斗電子の伊藤敬さんに，誌上を借りてお礼を申しあげます。

☆

☆　☆

PRODUCT

パソコン入力用 1万画素・白黒
ディジタルスチルカメラの製作
5 ユーティリティプログラム

美馬 一博／榎本 典之

今回は，ディジタルスチルカメラによって符号化された画像データをファイルの形に整形したり，PC-9801の画面やプリンタに表示したり，他の画像ファイルの形式に変換したりするユーティリティについて説明します。

これらのユーティリティはすべて，簡単なC言語で記述されていますので，読者の方々が自由に解析や改良をしやすくなっています。また，それぞれのユーティリティのキーとなる部分のプログラムリストもあわせて説明します。プログラムの解析や改良を行う際の参考にしてください。

ソースリストは，Turbo C(Ver. 2)用に作成しました。

なお，以下でカメラのメモリーとは，ディジタルスチルカメラの制御ボード上のS-RAMに保存された画像フレームのうち，選択されたフレーム分のメモリーを指します。

今回発表するユーティリティは次の5個です。

①PF.EXE：制御ボードから画像データを読み込み，画像ファイルを生成する。

②DPF.EXE：画像ファイルを画面に表示する。

③PPF.EXE：画像ファイルをプリンタに出力する。

④CPF.EXE：画像ファイルを変換テーブルに従ってデータ置換を行う。

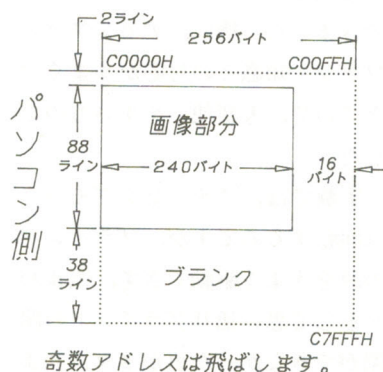
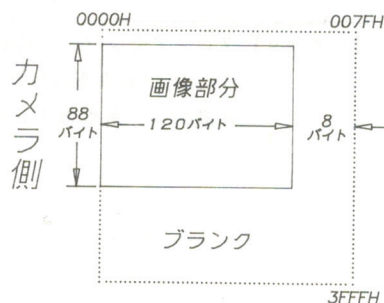
⑤CONV.EXE：画像ファイルを「花子」「Z's staff kid」用のファイルに変換する

なお，②～④のユーティリティで扱う画像ファイルの形式はすべてPF.EXEによって製作され，拡張子が＊.PFであるものとし，以下では単に「画像ファイル」と呼称します。画像ファイル名を指定するときに拡張子を省略すると，自動的に「＊.PF」という拡張子が付加されます。

それでは，それぞれのユーティリティについて説明します。

PF.EXE

このユーティリティは，ディジタルスチルカメラをパソコンに接続した状態で，カメラのメモリーの内容を読み取り，画像ファイルを生成します。また，ファイルよりカメラのメモリーへの画像データの展開を行います。

ディジタルスチルカメラとパソコンの接続は，前回説明しました専用パラレルインタフェイスボードで結んだ状態で，PC98からアクセス可能な状態にセットされているものとします。この時，カメラのメモリーはPC98のメモリーバス上C0000～C7FFFにあります。

```
E:¥PROG>     1992-10-11 (日)     << N E L >>     14:54:51.00
pf -s test.pf
画像ファイル読込/書込ユーティリティ PF.EXE ver 3
test.pfを書き込み中です。
終了しました。
E:¥PROG>     1992-10-11 (日)     << N E L >>     14:55:05.00
```

〈写真25〉PF.EXEの実行結果。画像データのメモリー↔ファイルの移動

【図26】制御ボード上のメモリーの状態

●使用方法

コマンドラインより，

PF.EXE(−1または−s)画像ファイル名

と入力すると，−1オプションが指定された場合，画像ファイルを読み込み，これをカメラのメモリーに展開します。−sオプションが指定された場合，カメラのメモリーの内容を画像ファイルとして出力します。

−1：LOAD PC98ファイル−>カメラのメモリー

−s：SAVE PC98ファイル<−カメラのメモリー

画像データファイルの拡張子を省略した場合は自動的に拡張子(.PF)が付加されます。実行結果画面を**写真25**に示します。

●プログラムについて

●メモリー上のデータの配置

ディジタルスチルカメラによって符号化されたデータは，PC98の拡張スロットにセットされたカメラのメモリーに，**図26**のような形で展開されます。この図を見ると画像データは，C0200H番地からC5AFFH番地まで1バイトおきに配置されています。

一方，このユーティリティによって製作される画像ファイルは，**図27**のような形式になっています。頭から見ていくとまず，ヘッダ部分が64バイトあり，その後に10560バイト(120×88)の画像データが続きます。

ヘッダ部分には，60バイト目と61バイト目に画像の横方向の大きさが，62バイト目と63バイト目には縦方向の大きさが格納されます。このユーティリティでは画像の大きさを表すエリアには，横120ドット，縦88ドットの情報を書き込みます。

よって，製作される画像ファイル全体の大きさは10624バイト(10560+64)になります。

●パソコンからカメラのメモリーにアクセスする

実際にパソコンからカメラのメモリーにアクセスをする際には，メモリーのアクセス権をパソコン側に移す作業が必要となります。そして，読み出し，書き込みなどの作業が終了したら，元通りカメラ側にメモリーのアクセス権を返還してやらなければなりません。

このような制御ボードのコントロールを行うI/Oポートは，00D1H番地に割り当てられています。このポートの詳細は，前号の表10を参照してください。メモリーのアクセス権を取得・変換する関数を**リスト1**に示します。

●ファイルとメモリー間の転送

メモリーから画像データを読み取って，ファイルに書き込みを行う部分を**リスト2**に示します。C言語でファイルをアクセスするためには，ファイルポインタというものを使います。これは，ファイル上のある点を指し示す働きをします。ファイルにデータを書き込んだり，読み込んだりする場合は，このファイルポインタでファイル上の位置を指定してやります。

(fopen)関数は，ファイルネームとモード(〝wb〟=バイナリライト，〝rb〟=バイナリリード)を引数として，ファイルの先頭の値の入ったファイルポインタを返します。ポインタpは，制御ボード上のメモリーの先頭アドレス，すなわちC0000Hを指しており，そこから[]内の数だけたされた番地の値を，(putc)関数により，ファイル上の(fw)によって示される位置に書き込んでいます。

逆に，ファイルからメモリー上に画像データを戻す部分を示した

画像部分の大きさは
この縦横の範囲内であれば
任意の大きさでよい。

【図27】＊.PFファイルの形式

【リスト1】メモリーのアクセス権の取得と返還

```
void camera_on (void)
/*電子スチルカメラ上のメモリのアクセス権を獲得する*/
{
        outportb (CAM_CNTL_PORT ,0x54);

}

void camera_off (void)
/*電子スチルカメラ上のメモリのアクセス権を返還する*/
{
        outportb (CAM_CNTL_PORT ,0x00);
}
```

のが**リスト3**です。(fgetc)関数は,ファイルポインタ(fr)の指す位置のデータを返します。これを,読み込みと同じような順番でメモリーに書き込んでいるだけです。

(putc)や(fgetc)関数を呼び出すと,ファイルポインタは自動的にインクリメントされますので,今回のように連続的に読み書きを行う場合には便利です。リスト3は,リスト2と全く対照的な動作をしているのがわかると思います。

```
void mem2pf (char *fn)
/*メモリから読み込んだデータをファイルにする*/
{
        /*前略*/

        int     x,y;
        FILE    *fr;
        /*ファイルポインタを定義*/

        fr = fopen (fn,"wb")
        /*fnというファイルネームで
        ファイルをバイナリライトモードでオープン*/

        /*中略*/

        op = p = MK_FP (CAMM_SEG , CAMM_OFF);
        /*opに制御ボード上のメモリ先頭アドレスをセット*/

        for ( y = 2 ; y < 90  ; y++)
         for ( x = 0 ; x < 120 ; x++)
          putc (p[x*2 + y*256] , fr);
          /*ファイル上のfrで示される位置にデータを書き込む
            その後、frは自動的にインクリメントされる*/

        fclose (fr);
        /*ファイルをクローズする*/
}
```

【リスト2】
制御ボード上のメモリーからファイルへの書き込み

```
void pf2mem (char *fn)
/*ファイルから読み込んだデータをメモリ上に展開する*/
{
        int     x,y,x_size,y_size;
        FILE    *fr;

        fr = fopen (fn,"rb")
        /*fnというファイルネームで
        ファイルをバイナリリードモードでオープン*/

        /*中略*/

        op = p = MK_FP (CAMM_SEG , CAMM_OFF);
        /*opに制御ボード上のメモリ先頭アドレスをセット*/

        for ( y = 0 ; y < 0x2e00 ; y++)
         op[y << 1] = 0;
        /*制御ボード上のメモリをクリアする*/

        for ( y = 2 ; y < y_size+2 ; y++)
         for ( x = 0 ; x < x_size ; x++)
          op[x*2 + y*256] = (char)fgetc (fr);
          /*ファイル上のfrで示される位置にデータを読み込む
            その後、frは自動的にインクリメントされる*/

        fclose (fr);
        /*ファイルをクローズする*/
}
```

【リスト3】
ファイルから制御ボード上のメモリーへの読み込み

DPF.EXE

このユーティリティは,画像ファイルをパソコンの画面に出力して,内容の確認を行うためのものです。

●使用方法

コマンドラインより,

DPF.EXE画像ファイル名(/dまたは/r)

と入力してください。画像ファイルの内容を16階調で画面に表示します。

(/d)オプションを付加すると,タイル方式で2階調表示します。(/r)オプションを付加すると,ランダムディザ方式で2階調表示します。

画像ファイルの拡張子を省略した場合は,自動的に拡張子(.PF)が付加されます。同じ画像を16階調で表示した結果を**写真26-a**に,2階調タイル方式で表示した結果を写真26-bに示します。

●プログラムについて

●バッファエリアの確保

あるデータをファイルから取込み何らかの処理を行う,またファイルに出力するようなプログラムでは,読み込んだデータを蓄えておくためのメモリー領域(バッファ)を確保することが必要です。

バッファを使用せず,一個一個のデータについていちいちファイルに対して読み書きをしていたのでは,プログラム中でファイルアクセスの占める時間が多くなって,速度を低下させてしまいます。

C言語ではプログラム中で，メモリー上に任意の大きさのメモリー領域を確保することが容易にできます。このユーティリティでは，**リスト4**に示すように(calloc)という関数でそれを行っています。

(calloc)引数として，使用したいメモリー領域の縦横の大きさを取り，戻り値としてメモリーブロックの先頭アドレスを返します。この例では，160×101＝16160バイトと80×400＝3200バイトの大きさのメモリー領域を確保しています。つまり，pというポインタの差す番地から16100バイト，qというポインタの差す番地から3200バイトには何を書き込んでもかまいません，という了解を得ているわけです。

(calloc)に似た関数に(malloc)がありますが，(calloc)で確保した領域は予め0でクリアされるのに対し，(malloc)の方はクリアを行ってくれません。

〈写真26-a〉 DPF.EXEの実行結果
画像データをモニタに表示します(16階調)

〈写真26-b〉 DPF.EXEの実行結果
/Dを付けると，2階調タイルで画像を表示します

●ファイルの読み込み

画像ファイルの読み込みを行っている部分を**リスト5**に示します。

ここでは，ファイルポインタを使って1バイトづつファイルからデータを読み込む代わりに，(read)関数によってまとめてメモリー上に読み込んでいます。

(read)関数は(open)関数によって得られた〝ハンドル〟という数値でファイルを代表しています。一度ファイルをオープンしてハンドルの値を得れば，そのファイルに対する操作はすべてこのハンドル値で，行うことができるのです。

(read)関数によって，画像ファイルのヘッダ部分もそのまま読み込まれるため，64バイトずれた状態でメモリー上に置かれることになります。そこで，ヘッダ部分から必要な情報を得た後，(memmove)関数によって，ヘッダ部分を詰めています。

【リスト4】
メモリー領域の確保

```
/*メモリ領域の確保を行う*/
p = op = calloc (160,101); /*アナログデータのバッファ*/
q = oq = calloc ( 80,400); /*デジタルデータのバッファ*/
if ((p == NULL )||(q == NULL))
        {
        printf ("動作に必要なメモリが足りません。¥n");
        quit (1);
        }
/*メモリ不足などで領域が確保できなかったときは
calloc関数はNULLを返します。*/
```

```
void file_to_buff (void)
/* file_nameで示されるファイルをopの示す番地からに転送する */
{
        int     handle;

        handle = open (file_name,O_RDONLY | O_BINARY);
        /*open関数をつかって、ファイルをバイナリリードモードで
        オープンしています。*/
        read (handle , op , 160*100+64);
        /*まとめて読み込みます。大きな画像ファイルでも大丈夫なように
        多めに読んでいます。*/
        close (handle);
        /*ファイルをクローズします。*/

        x_size = (int)(op[60]) + (int)(op[61])*0x100;
        y_size = (int)(op[62]) + (int)(op[63])*0x100;

        /*中略*/

        memmove ( op , op+HEADER_LENGTH , x_size * y_size );
        /*ヘッダの部分を詰める*/

        /*後略*/
}
```

【リスト5】画像ファイルの読み込み

●画面へ表示できるように
データを変換する

このユーティリティでは，次の3種類の方法で画面への表示を行うことができます。

①16階調への変換

本来の画像データは64階調の情報を持っています。しかし，一般的なPC-9801では同時に4096色中，16色の表示しか行えません。

アナログパレットの0-15番に，黒から灰色を経て白までの色をセットしておき，画像データの上位4ビットのみを使用して，16色の階調表示を実現しています。アナログパレットのセットを行うBIOSルーチンは用意されていませんので，パレットレジスタに直接値をセットする必要があります。**リスト6**にその部分を示します。

元画像データの上位4ビットについて，各ビット毎に4×4ドットに拡大してバッファに展開します。その部分を**リスト7**に示します。

②タイルパターンを使用した
2階調への変換

プリンタやモノクロディスプレイなどは，同時に2階調しか表示できません。そこで，いくつかの画素を一つの単位として，その中で光っているドットの数により，階調を表示する方法が一般的です。その中でも，最も基本的なものがこのタイルパターンを使用する方法です。

これは，あらかじめ各々の階調を表すタイルのパターンを用意しておき，表示したい階調に対応したタイルを表示する方法です。ここでは，画面上の4×4ドットを一つの画素単位とし，16個のタイルによって16階調を表示しています。

64階調の画像データは上位4ビットのみを使用して16階調データとし，対応したタイルをバッファに展開します。その後，バッファの内容をグラフィックRAMのすべてのプレーンに転送すれば，画面上に白黒の画像が表示されます。

③ランダムディザを使用した
2階調表示

いくつかの画素を単位として，多階調を表示するもう一つの方法としてディザ法があります。これは，ディザパターンと呼ばれる配列を用意し，配列のそれぞれの値について，画像データとの大小を比較し，画像データの方が大きければその位置の画素をセットします。

この時に，ディザパターンをランダムに変化させるとランダムディザ法となります。今回は1ドット毎に乱数を発生させて，比較を行っていますので，本来の意味でのディザ法と言えるかどうかわかりませんが，理論的に元のデータと同じ64階調を表示しています。

しかしそれに伴って，解像度は低下してしまいますので，コント

```
void set_pal (void)
/*パレットレジスタのセット*/
{
          unsigned char c;
          for (c=0 ; c<16 ; c++)
          {
           outportb (0xa8 , c);    /*パレットレジスタの指定*/
           outportb (0xaa , c);    /*緑カラーコード*/
           outportb (0xac , c);    /*赤カラーコード*/
           outportb (0xae , c);    /*青カラーコード*/
          }
}
```

【リスト6】パレットレジスタのセット

```
void analog (int bit)
/* opより始まるバッファの内容をbitで示されるビットに注目し、
          二値化した後oqより始まるバッファに格納する */
{
          int  y,i,a;
          unsigned char   d[160];

          p = op;
          q = oq;

          for (a = 0 ; a < y_size ; a++)
                    {
                    for (i=0 ; i < x_size ; i++)
                              d[i] = ((*(p++) >> bit ) & 0x01);

                    for ( y=0 ; y<4 ; y++)
                              for (i=0 ; i < x_size ; i+=2)
                                        *(q++) = d[i]*0x0f*16 + d[i+1]*0x0f ;
                    }
}
```

【リスト7】あるビットに注目して2値化する

```
void binary (void)
/* opより始まるバッファの内容をタイル法またはランダムディザ法で
２値化し、oqより始まるバッファに格納する */
{
        int  y,i,a;
        unsigned char   d[160];

        p = op;
        q = oq;
        for (a = 0 ; a < y_size ; a++)
        {
                for (i=0 ; i < x_size ; i++)
                        d[i] = (*(p++) & 0x3f);

                for ( y=0 ; y<4 ; y++)
                        for (i=0 ; i < x_size ; i+=2)
                                *(q++) = r_d (d[i],d[i+1],y);
        }
}

char r_d (char dh,char dl,int y)
/*前半dh、後半dl、y座標を４で割ったあまりyの数値より、
  その位置に書き込むべきビットパターンを返す*/
{
        if ( method == RANDOM )
        /*変換手法がランダムディザ法の場合*/
                return ((char)
                  (((rand() & 0x3f) < dh) << 7)
                 +(((rand() & 0x3f) < dh) << 6)
                 +(((rand() & 0x3f) < dh) << 5)
                 +(((rand() & 0x3f) < dh) << 4)
                 +(((rand() & 0x3f) < dl) << 3)
                 +(((rand() & 0x3f) < dl) << 2)
                 +(((rand() & 0x3f) < dl) << 1)
                 +(((rand() & 0x3f) < dl)) );

        else
                /*変換手法がタイル法の場合*/
                return (
                (pp[dh >> 2][y] *16)+(pp[dl >> 2][y]) );

}
```

【リスト８】タイル法とランダムディザ法による２値化

ラストの弱い映像では見にくくなってしまいます。プログラム中では，前述のタイルパターンと同じ関数で，バッファへの展開を行っています。これらのプログラムを**リスト８**に示します。

●描画の方法

Ｃ言語で，グラフィックを描く場合，グラフィックライブラリを使用するのが一般的です。最近出回っているパソコン用のＣ言語は，強力なグラフィックライブラリが付属していますので，簡単にグラフィックを扱うことができます。

しかし，今回はグラフィックRAMを直接アクセスして描画を行っています。その理由は，サイズの大きなグラフィックライブラリを使わなくてもよいこと，速度的に有利なこと，コンパイラに依存しないということです。

今回は，連続した領域のグラフィックRAMにデータを書き込めばよいので，あらかじめバッファ上に展開しておいたデータを順次グラフィックRAMに転送しています。また，画面の表示開始や停止は，BIOSルーチンを呼び出して行っています(**リスト９**参照)。

```
void text_on (void)
/*テキスト画面の表示を開始する*/
{
        _AH = 0x0c;
        geninterrupt (0x18);
}
void text_off (void)
/*テキスト画面の表示を停止する*/
{
        _AH = 0x0d;
        geninterrupt (0x18);
}
void g_on (void)
/*グラフィック画面の表示を開始する*/
{
        _AH = 0x40;
        geninterrupt (0x18);
        _AH = 0x42;
        _CH = 0xc0;
        geninterrupt (0x18);
}
void g_off (void)
/*グラフィック画面の表示を停止する*/
{
        _AH = 0x41;
        geninterrupt (0x18);
}
```

【リスト９】グラフィック画面の表示開始と表示停止

PPF.EXE

PPF.EXEは，画像ファイルをプリンタに出力するためのユーティリティです。対応しているプリンタは，NECのPC-PR101/201系です。

最近のプリンタは，いくつかのコード体系を切り替えて使用でき

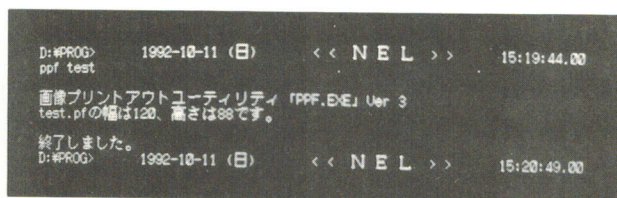
```
/*プリンタのエスケープシーケンスの設定*/
#define    ESC     0x1b
#define    DOT24   0x4a    /*24ビットドット列グラフィック*/
#define    NTV     0x4d    /*ネイティブモード*/
#define    LW      0x54    /*改行幅n/120設定*/
#define    CR      0x0d    /*復帰*/
#define    LF      0x0a    /*改行*/
```

【リスト10】エスケープシーケンスの設定

```
D:¥PROG>      1992-10-11 (日)      << N E L >>      15:19:44.00
ppf test

画像プリントアウトユーティリティ 「PPF.EXE」 Ver 3
test.pfの幅は120、高さは88です。

終了しました。
D:¥PROG>      1992-10-11 (日)      << N E L >>      15:20:49.00
```

〈写真27-a〉PPF. EXEの実行結果。画像はプリンタに出力されます

〈写真27-b〉PPF. EXEによってプリントした結果(ガンマ処理済み)

るものが多くなってきていますので，そのようなプリンタをお持ちの方はPC-PR系エミュレートモードに切り替えておいてください。

また**リスト10**に示した，プログラムの先頭にあるエスケープシーケンスを書き換えることにより，他のコード体系を持ったプリンタにも対応が可能です。読者の皆さんのお手持ちのプリンタにあわせて各自変更を行ってためしてみてください。

●使用方法

プリンタをオンライン状態にセットし，コマンドラインより，

PPF.EXE 画像ファイル名

とタイプしてください。

指定された画像ファイルを読み込み，プリンタに出力します。実行結果画面を**写真27-a**に，プリン

ディザパターンの説明図

１６階調画像の処理例を ４×４ドットで示します。

元画像

各画素の明るさが右図のようなデータを持つ画像を処理する場合に

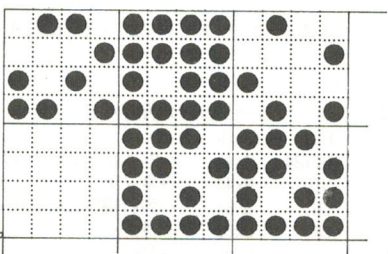
7	0	10
15	3	2

マスク例

右のようなディザマスクを用いて処理すると

6	14	8	2
7	5	1	13
11	0	9	3
10	12	4	15

処理画像

マスクの数値 ＞ 元画像のデータの時に該当するドットの表示、印刷をするようにBITをセットします。

【図28】ディザパターンで画面が構成される様子

```
char    t[64] = /*ディザパターン格納用配列*/
        {          1,33,11,43,10,42,15,47,
                  61,17,49,32,64,19,51,29,
                  14,46, 5,37, 2,34,12,44,
                  55,25,57,24,56,26,58,23,
                   9,41, 4,26,16,48, 6,38,
                  59,22,54,21,53,18,50,27,
                   7,39,13,45, 8,40, 3,35,
                  52,31,63,28,60,30,62,20
        };
/*あらかじめ配列にディザパターンを格納しておきます。*/

void dither (void)
/* opより始まるバッファの内容をディザ方式で2値化し、
                        oqより始まるバッファに格納する */
{
        int     x,x0,y,d_no;

        p = op;

        for (y = 0 ; y < y_size ; y++)
        {
         for (x = 0 ; x < x_size ; x++)
         {
            for (x0 = 0 ; x0 < 8 ; x0++)
            {
             w_mem( (long)x*8L+(long)x0+(long)y*1280L ,
                   ((*p < t[x0+56]) << 7)+
                   ((*p < t[x0+48]) << 6)+
                   ((*p < t[x0+40]) << 5)+
                   ((*p < t[x0+32]) << 4)+
                   ((*p < t[x0+24]) << 3)+
                   ((*p < t[x0+16]) << 2)+
                   ((*p < t[x0+ 8]) << 1)+
                   ((*p < t[x0    ])) );
/*w_mem()関数はバッファ上の任意の位置に書き込みを行う
自作関数です。64Kバイト以上の領域に書き込みを行う為、
[]による書き込み位置の指定は使えません。*/
            }
            p++;
         }
        }
}
```

【リスト11】8＊8ドットのディザパターンによる画像の2値化

タ出力例を写真27-bに示します。

●プログラムについて

●２階調化の方法

このユーティリティでは，８×８ドットのディザパターンを用いて，64階調の表示を可能にしています(**図28**参照)。

プリンタの解像度はCRTディスプレイに比べて高いので，より多くの階調を表現することができます。実際に画像データを２階調化して，バッファに展開している部分を**リスト11**に示します。

●プリンタへの出力

プリンタの初期化と，出力を行っている部分を**リスト12**に示します。まず，プリンタをビット列表示モードにセットした後，バッファ上に展開されたデータを順次出力しています。

実際にプリンタポートにデータを出力する部分は，BIOSルーチンを呼び出して行っています。

```
L12

void buff_to_prn (void)
/*oqより始まるバッファの内容をプリントアウトする*/
{
        int     x,y;
        printer_init ();
        pout (ESC );
        pout (NTV );     /*ネイティブモード設定*/
        pout (ESC );
        pout (LW  );
        pout ('1' );
        pout ('8' );     /*改行幅18/120インチ(24ドット)設定*/

        for ( y = 0; y < y_size ; y+=3)
        {
         pout (ESC );    /*24ビット列モード、1280列指定*/
         pout (DOT24 );
         pout ('1');
         pout ('2');
         pout ('8');
         pout ('0');
         for ( x = 0 ; x < 1280 ; x++)
         {
          pout (r_mem(((long)y   )*1280L+(long)x));
          pout (r_mem(((long)y+1L)*1280L+(long)x));
          pout (r_mem(((long)y+2L)*1280L+(long)x));
        /*バッファの内容を順次出力しています。*/
         }
         pout (CR  );
         pout (LF  );
        }
}
void printer_init (void)
/*プリンタBIOSの初期化を行います。*/
{
        _AH = 0x10;
        geninterrupt (0x1a);
}

void pout (char data)
/*プリンタポートにデータを出力します。*/
{
        _AH = 0x11;
        _AL = data;
        geninterrupt (0x1a);
}
```

【リスト12】プリンタの初期化と出力ルーチン

●階調処理の必要な理由

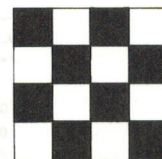
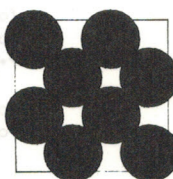
プリンタのドットは，文字や線をきれいに印刷するために，重なりあって印刷されます。このことは擬似２階調で灰色を表すとき(16階調を16DOTで表現するとき，例えば，白・黒各8DOTを印刷すると，実際には黒の部分は50%をはるかに越えます。)

画像を印刷すると黒が勝った黒っぽい画像になります。これが画像のデータを処理しなければならない理由です。と同時にプリンタによって，DOTの大きさが違うので，一律に処理できない理由でもあります。次のCPF.EXEを使ってベストのテーブルを見つけてください(**図29**)。

CPF.EXE

CPF.EXEは，画像ファイル中のデータをテーブルファイルの内容により置き換えて，画像の反転や，

ガンマ処理の説明

画素の場合

【図29】印刷時，階調処理が必要なことの説明図

```
D:¥PROG>      1992-10-11 (日)      << N E L >>      16:51:23.00
cpf test.pf test.pf gamma.tbl

画像データ置換ユーティリティ「CPF.EXE」Ver 3
変換テーブルファイルgamma.tblを読み込みます。
test.pfからtest.pfに変換します。

変換を終了しました。
D:¥PROG>      1992-10-11 (日)      << N E L >>      16:51:58.00
```

<写真28>
CPFの実行結果。画像データを置換します。データはファイル→ファイルになります

コントラストの操作などを行うためのものです。

CCDカメラと，CRTディスプレイやプリンタなどの画像出力装置の入力対出力特性は比例関係ではありません。そこで，両者が比例関係になるような補正をしなくてはならない場合があります。

また，全体的に暗すぎたり，また，明るすぎたりするような画像の場合，適正な明るさに補正してやれば見やすくなります。このような補正を行う場合，特殊な関数(ガンマ関数など)を使うのが一般的ですが，今回の場合，画像データが64階調なので，ある階調値に対する出力値の値を一対一で定めたテーブルファイルを使用して行う方式にしました。

この方法では，コントラストの強調や減少，明るさの反転など自由に行うことができます。**リスト13**に，テーブルファイルの内容を示します。

テーブルファイル(*.tbl)の例

行番号	反転	コントラスト強調	輝度増加
1	63	0	32
2	62	0	32
3	61	0	33
4	60	0	33
5	59	1	34
6	58	1	34
7	57	1	35
.	.	.	.
.	.	.	.
	中略		
.	.	.	.
.	.	.	.
60	4	62	61
61	3	63	62
62	2	63	62
63	1	63	63
64	0	63	63

行番号-1の元データをその行に書かれている数値に置き換えます。

【リスト13】テーブルファイルの内容例

```
void convert (char *fn_sor , char *fn_dst)
/* 画像データの値に対して1対1で置換を行う */
{
        FILE    *frs,*frd;
        int     i;

        frs = fopen (fn_sor,"rb");
        frd = fopen (fn_dst,"wb");
        /*書き込みと読み出しを同時にオープンしています。*/
        /*中略*/
        for (i=0 ; i<HEADER_LENGTH ; i++)
         hd[i] = fgetc (frs);
        /*ヘッダの読み込み*/

        x_size = (int)(hd[60]) + (int)(hd[61])*0x100;
        y_size = (int)(hd[62]) + (int)(hd[63])*0x100;
        /*ヘッダから画像サイズを読み出しています。*/

        for (i=0 ; i<HEADER_LENGTH ; i++)
         putc (hd[i] , frd );
         /*ヘッダの書き込み*/

        for (i = 0 ; i < x_size * y_size ; i++)
         putc (tbl[fgetc(frs)] , frd );
        /*データの置換と書き込みをしています。*/

        fclose (frd);
        fclose (frs);/*ハイ、おしまい。*/
}
```

【リスト14】画像データの置換

【図30】 CPF.EXEによる画像処理

〈写真29-a〉 原画像

〈写真29-b〉 輝度を反転した画像

〈写真29-c〉 コントラストを強調した画像

〈写真29-d〉 暗いところを明るくした画像

● **使用方法**

コマンドラインより,

CPF.EXE　元画像ファイル名 生成画像ファイル名 テーブルファイル名

とタイプしてください。指定されたテーブルファイル(＊.tb1)と画像ファイルを読み込み，テーブルファイルの内容に従ってデータを置換した後，生成ファイル名のファイルを出力します。

実行結果画面を**写真28**に示します。また，このユーティリティを用いて画像にさまざまな効果を与えた例を，**図30**と**写真29-ａ**～写真29-dに示します。

● **プログラムについて**

● 読み出したデータに対応する値をファイルに書き込む

このユーティリティの主要部分は，ほとんどここだけです。あらかじめ，テーブルファイルから対応値を読み出して，配列に格納しておきます。

次に，２つのファイルポインタを用意し，書き込み用ファイルと読み出し用ファイルを同時にオープンします。そうしておいて，先にヘッダ部分をコピーしてしまいます。その後，読み出し用ファイルから読み出した画像データを，配列の添字に与え，その時の配列変数の値を書き込みファイルに次々に書き込んでいます。この部分を**リスト14**に示します。

詳しく説明を続けるうちに，誌面が尽きてしまいました。

次回に残りの部分と，本格的な画像処理を目指したソフト(バグが残っていますが)の使用法をご紹介します。

体験的エレクトロニクス製作よもやま話⑪

丹羽 一夫

テスターの120%活用法（つづき）

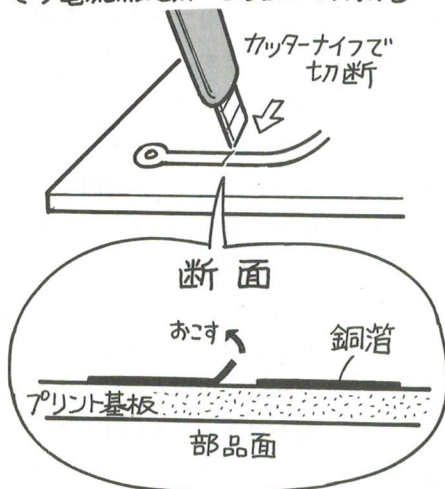
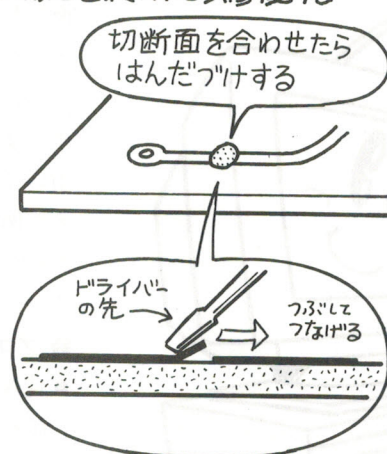
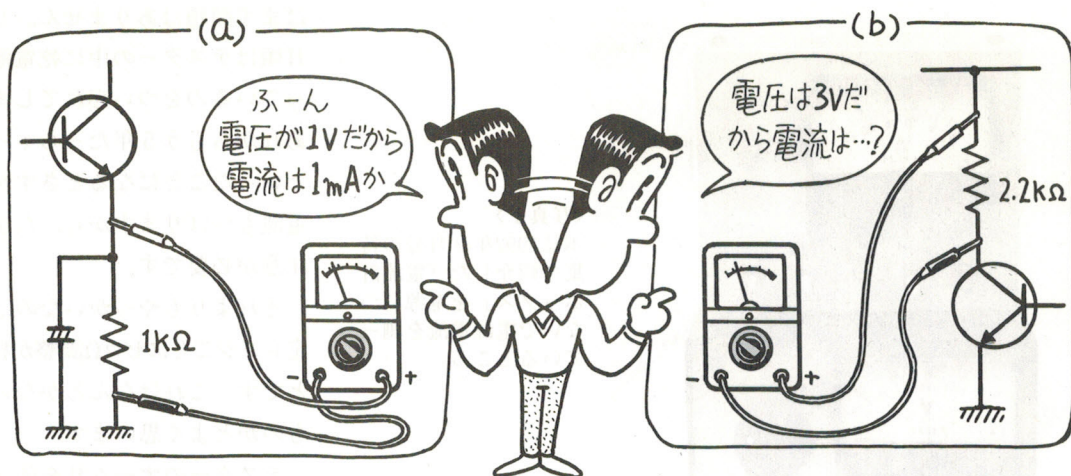
●電圧を測って電流を知る

前回お話したように，電流を測るには回路の途中にテスター（電流計）をつながなくてはならないので，組み立てを終わった後の電流の測定はやっかいでした。

もう少しこの話を続けますと，プリント基板を使った場合には銅箔の途中を**図1**(a)のようにカッターナイフで切り分けてやることにより，割り合い簡単に電流が測れます。もちろん，電流を測り終わったら(b)のようにして修復しておきます。

なお，このやり方ではカッターナイフで切り分けた銅箔を(b)の囲みで示したようにして後で修復できるような状態にしておくのがコツですが，もし切り分けた部分の銅箔が欠落してしまった場合には，抵抗器やコンデンサから切り取ったリード線をつなぎにしてはんだづけをします。銅箔が欠落して間が開いている状態で(b)のようにはんだづけをしても，間はつながってくれないことが多いので，注意が必要です。

前置が長くなってしまいましたが，実際の電子回路では回路の途中をわざわざ切り分けなくても電流の値を知る方法があります。この場合の目的は電流を直接測ることではなくて電流の値を知ることにありますので，これでいいわけです。

図2(a)はその一例で，これはトランジスタのエミッタ電圧を測ってコレクタ電流の値を得ています。なお，こうして測ったのは正確にはコレクタ電流とベース電流の合わさったものですが，ベース電流はコレクタ電流の数十分の1か数百分の1ですから，測った値はコレクタ電流と思ってさしつかえありません。

【図1】プリント基板で回路を切り分ける方法

【図2】これなら簡単に電流の値がわかる

さて，(a)の場合にはたまたまエミッタ抵抗が1kΩだったのでテスターで測った電圧がそのままmAの単位で電流になっているというううまい例でした。でも，実際にはこううまくいかない場合もあります。

図2(b)の回路ではエミッタが直接接地されており，これでは(a)の方法が使えません。このような場合には，(b)のようにコレクタにつながっている抵抗器(2.2kΩ)の両端の電圧降下を測れば，オームの法則を使って計算で電流が求まります。例えば電圧が3Vだったら，コレクタ電流I_Cは

$$I_C=\frac{3}{2200}\fallingdotseq 0.0014\ [A]$$

$$=1.4\ [mA]$$

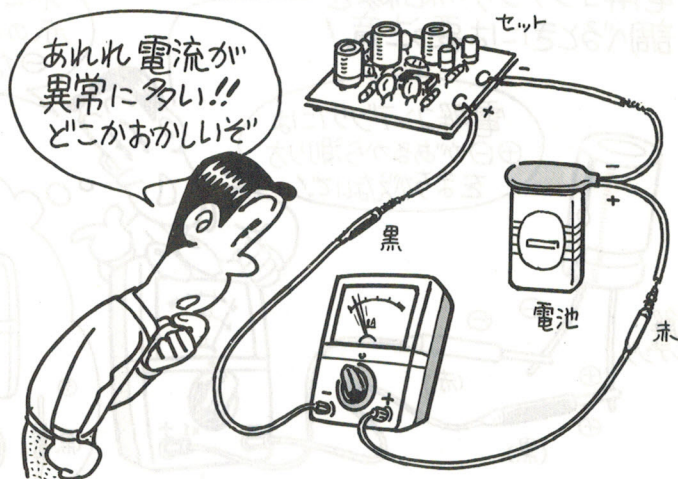
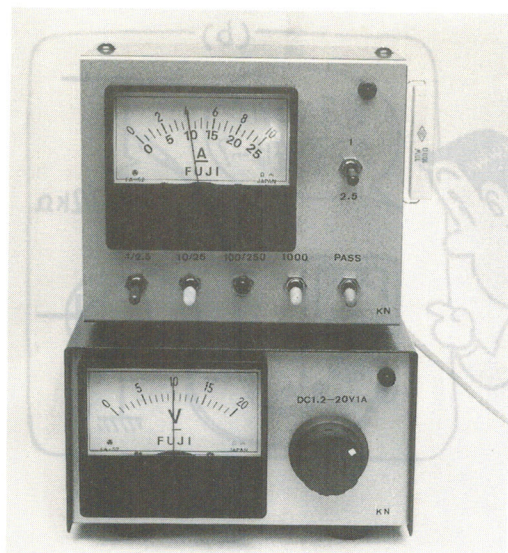
となります。

なお，このように電圧を測って電流を知る方法を使うときには，前回お話したテスターをつなぐことによって生ずる回路の乱れで発生する測定誤差には注意しなければなりません。

●とても有効な電源電流の測定

電子回路の途中を切り分けて電流を測るのは大変でしたが，**図3**に示したように電源電流(電源から回路全体に流れ込む電流)を測るのは比較的簡単です。特に，何か新しくプリント基板を組み立てたようなとき，さてこれから働かしてみようというときには，電源電流の測定は有効です。

というのは，電源電流を知ることは回路全体や装置の健康状態を知るのにとても有効だからです。例えば，プリント基板の作り方についてお話したときに例としてあげた9月号の図5のものでいえば，正常に動作しているときの電源電流は5～10mAといったところです。これが，もし1mA以下であったり，あるいは20mAや30mAも流れるようであれば，これはどこかに異常があるということになります。

このようにして電源電流を測りながら調整をしているとき，予定より異常に大きい電流が流れた場合には，直ちに電源を切らないとどこからかもくもくと煙が出てく

【図3】電源電流の測定は装置の健康状態を知るのに有効

〈写真１〉
本誌1992年９月号の特集で紹介した「電流計ボックス」を電源につないで電源電流を測っているところ

るといったことになる危険があります。

また，今までうまく働いていた装置がトラブルに見舞われたようなとき，まず電源電流を測ってみるというのもうまい手です。

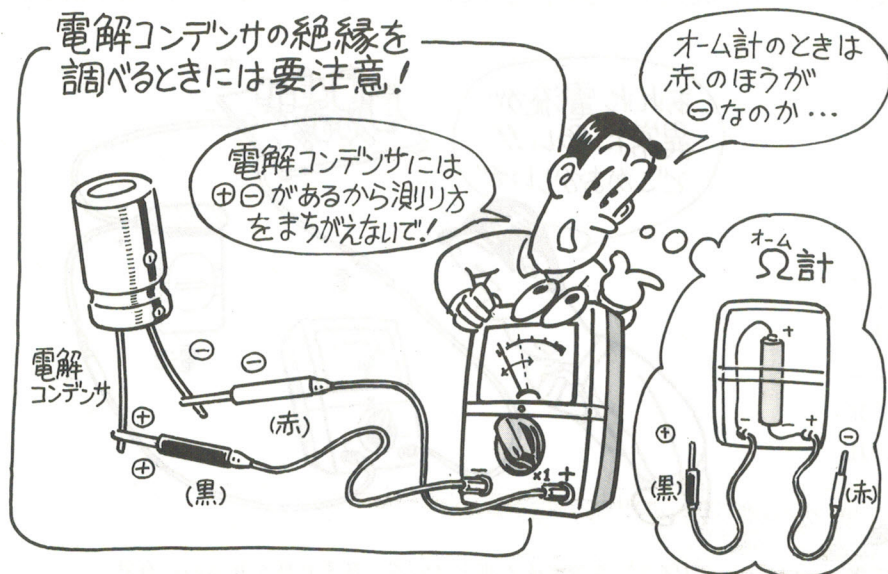
本誌1992年９月号の特集の④で紹介した電流計ボックスは，電源装置に常時つないでおき，いつでも電源電流を測れるようにするためのものです。電源電流を測るたびにテスターを使うのはちょっとやっかいなのでこのようなものを作ったのですが，これはとても便利です。**写真１**に，電流計ボックスを使って電源電流を測っている様子を示しておきます。

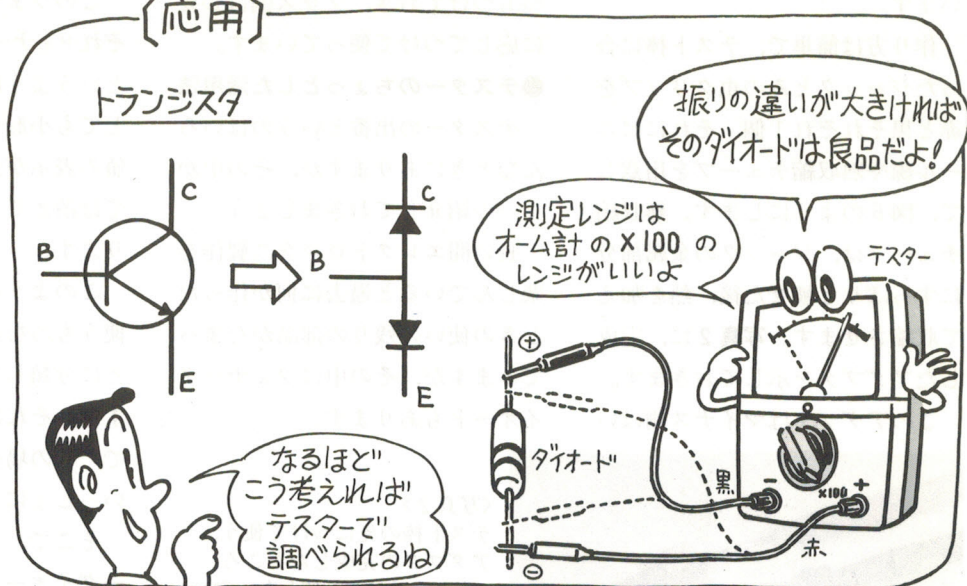
●＋端子に－が出てるので…

つぎは，テスターのオーム計です。オーム計ではゼロΩ調整という操作が入り，テスターの使い方の本などを見ると測定を始める前に必ずゼロΩ調整をするようにと書かれているのをみます。でも，乾電池の性能がよくなったせいか，せいぜい半年にいっぺんくらいやればまず問題はありません。しかし，日頃はテスターの中に乾電池が入っているのをつい忘れてしまい，あれからもう５年たっちゃった…といったことになるとさすがに乾電池もへばりますから，たまには注意が必要です。

それよりもやっかいなのは，測定レンジごとにゼロΩ調整が狂うことです。これはなんとかならないものかとよく思います。

テスターのオーム計を使うときに注意しなければならないのは，**図４**に示したようにテスト棒のプラス(赤)に実際にはマイナスが出ているということです。オーム計の場合，メーターの指針はテスターの中に入っている電池を使って振れるわけですが，それでこのようなことになるというわけです。

オーム計を使う場合，抵抗器やマイラーコンデンサのように極性のない部品を調べるときには図４のようなことを気にすることはないのですが，電解コンデンサや半導体部品のように極性のあるものを調べる場合には，プラス／マイ

【図４】
オーム計では⊕端子にマイナスが出ている

【図5】
ダイオードやトランジスタの調べ方

ナスをきちんとしないと正しい測定ができません。

まず，電解コンデンサの絶縁を調べる場合には，図4に示したように電解コンデンサの＋端子にテスト棒の黒(－)をつなぐようにしなければなりません。これを反対につなぐと電解コンデンサに逆方向の電圧がかかり，リーク電流が増えて良品なのにあたかも絶縁が悪いように表示されてしまいます。

テスターのオーム計を使うと，ダイオードやトランジスタなど半導体部品の良否をチェックすることができます。**図5**の右側に示したのがダイオードのチェックのしかたで，テスト棒を入れ替えて抵抗を測ったときにその差が大きければ良品で，差がなければ不良品です。このチェックの場合，その絶対値はあまり気にする必要はありません。

私が現用中のテスターは三和のSH-63TRですが，この場合には×100のレンジを使うのがよく，逆方向に電圧がかかった場合には抵抗値はゲルマニウムもシリコンもほとんど無限大で，順方向に電圧がかかったときはゲルマニウムが500Ωくらい，シリコンでは1～1.5kΩくらいとなりました。

なお，ダイオードといっても順方向電圧の高いLED(順方向電圧は1.8～2V)の場合には，テスターによってはチェックできないこともあります。具体的にはオーム計の電源が1.5Vのテスター(例えば，度々例に出しているSH-63TRの×1～×1000のレンジは単3乾電池1個)ではチェックできません。でも，YX-360TRの場合には単3乾電池が2個入っており，これだとLEDもちゃんとチェックできます。

トランジスタの場合には，図5の左側に示したようにトランジスタを2つのダイオードの突き合わせと考えれば，右側でやった方法がそのまま使えます。ベース・コレクタ間とベース・エミッタ間は，これで調べられます。

でも，トランジスタの場合に最初にやってみなければならないのは，コレクタ・エミッタ間のチェックです。この間はオーム計でテスト棒を入れ替えて測ったときにどちらの場合にも導通があってはいけないのですが，いわゆるトランジスタがパンクしたという状態の場合には，たいてい導通があります。導通があれば不良品というわけで，さらに調べてみるとベース・エミッタ間やベース・コレクタ間も壊れているものです。

●あると便利なツール

もうずいぶん以前のことになりますが，三和のYX-360TRというテスターを買ったら，中にみの虫クリップのついたアダプタが1個入っていました。このアダプタは電圧の測定をするとき，マイナス(－)のテスト棒の先につけてアース側を確保するもので，これがあるとプラス(＋)側のテスト棒だけを持って測定ができます。使ってみるとなかなか便利なので，このアイディアをいただいて，**図6**のようなものを作ってずっと使って

います。

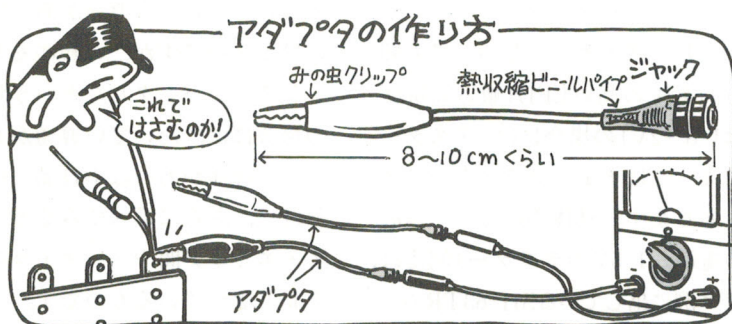
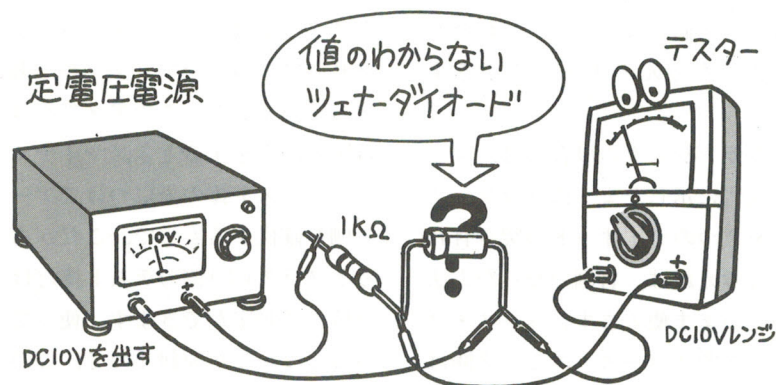
作り方は簡単で，テスト棒に合ったジャックとみの虫クリップを赤と黒それぞれ1個，それにビニール線や熱収縮チューブを用意して，図6のようにします。熱収縮チューブは，ジャックの金属部分にすっぽりと被せた後，熱を加えて収縮させます。**写真2**に，完成したアダプタを示しておきます。

このアダプタはマイナス側はいつもつけておき，プラス側は必要に応じてつけて使っています。

●テスターのちょっとした活用法

テスターの出番というのはいろんなときにありますが，その中から一つ紹介しておきましょう。

長い間エレクトロニクス製作を楽しんでいると過去に何か作ったときの使いの残りの部品がたまってきますが，その中にツェナーダイオードもあります。

〈写真2〉
テスト棒の先につけて使う，アダプタの完成したところ。これはたまにしか使わないディジタル式のテスター用に作ったものなのできれいだが，毎日使っているアナログ式のテスター用のものはぼろぼろになっている

【図6】テスターを使うときにあると便利なアダプタ

【図7】値のわからなくなったツェナーダイオードの調べ方

このツェナーダイオードはそれぞれツェナー電圧が3.3Vとか6.8Vというように決まっていますが，とても小形なので印刷されている値の表示が見にくく，場合によっては消えてしまっていることもあります。

このような部品ですから，よく使うものなら抵抗器のように値ごとに分類して保管してもいいのですが，それほど使う物ではないので，私の場合は一つの袋にみんないっしょに入れてあります。

そこで，いざ目的の値のツェナーダイオードを取り出そうとするときには拡大鏡片手に頑張るのですが，そうして選び出したものでも，表示されている数字どおりのものかどうか迷います。

そこで，最近では最初から**図7**のようなものを用意し，これと思われるものをかたっぱしからテスターを使って実測することにしています。この場合，ツェナーダイオードをつながないとテスターは10Vを指していますが，ツェナーダイオードをつなぐとそのツェナー電圧を示します。なお，電源からの供給電圧が10Vだと調べられるツェナーダイオードは10V以下になります(実際には8.2Vくらいまで)が，もしこれ以上の電圧の場合には電源からの供給電圧とテスターの測定レンジをアレンジしなおします。

＊

来月の最終回は，工具のお話をしてお別れしようと思っています。

連載

パーツ別

実践的電子回路入門

ケーブル編

窪田 登司

線材,ケーブルの分類

電子機器の接続には銅線が使用されますが，理由は導電性が良好で，比較的安く大量に生産できるからです。**表1**に，主な金属のパーセント導電率を示します。標準軟銅を100%として，その他の金属の導電率を%で示したものをパーセント導電率といいますが，銀の方が少し導電率は高いですが，配線材として使用するには高価であり過ぎ，またアルミは銅よりずっと安価ですが，抵抗が大きい(%導電率は約60～70)ので，通常の配線材としてはあまり使用されません。

ただし，銀線も高導電率を要するところとか，オーディオの世界で音質の向上を目指すため，カセットデッキのヘッドの巻線とか，カートリッジの巻線，あるいは銀コートした銅線のスピーカコードなどに使用されます。またアルミ線も丈夫であることから，ICやLSIのボンディングワイヤとして，あるいは安価であるところから物凄く太い直径何十センチもある(この場合は中が中空です)発電所からの電力ケーブルとして使用されています。

その他の金属も，もちろん用途によって使用されることは言う迄もありません。

主な線材としての分類を，**表2**に示します。標準軟銅というのは国際電気標準会議IECで定められているもので<20℃，均一な断面積1 mm²，長さ1 m>の抵抗値が0.017241Ω(約1/58Ω)とされているものです。

JIS規格では，99.96%以上が銅(銀を含んでも可)であること，となっています。いわゆる純度スリーナインです。その他が不純物であるわけですが，それらについては後述します。

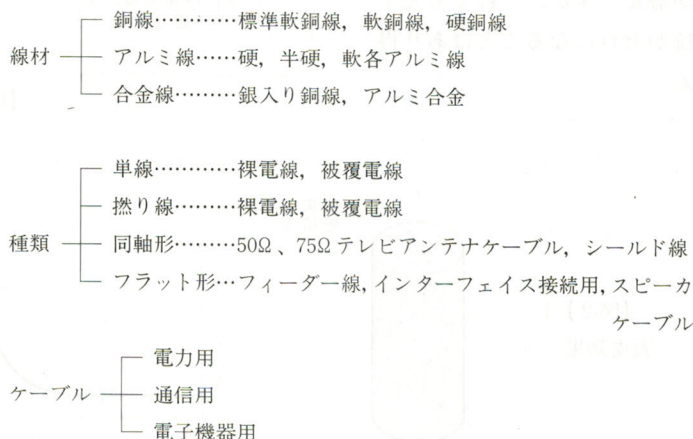
硬度によって銅線，アルミ線とも軟線，半硬線，硬線などがあります。鋳造して造られた銅は直径1 cmぐらいなので，これを何回もダイス(伸線機)を通して細くします。目的の太さまで伸ばすわけですが，銅線には大きなストレスがかかるので，だんだん硬くなります。これが硬銅線です。このままでは加工性が悪いので，アニールといって熱を加えて焼きなますと，軟銅線になります。もちろん軟銅線も何回も曲げたりしていると硬くなります(硬銅線)。

材質	[%]
銀	106
標準軟銅	100
軟銅線	96.9～101
硬銅線	95.8～98
硬アルミ線	60.9
金	71.8
亜鉛	29.2
鉄	17.6
白金	16.3
錫	15.1

【表1】導体のパーセント導伝率σ

線材
- 銅線…………標準軟銅線，軟銅線，硬銅線
- アルミ線……硬，半硬，軟各アルミ線
- 合金線………銀入り銅線，アルミ合金

種類
- 単線…………裸電線，被覆電線
- 撚り線………裸電線，被覆電線
- 同軸形………50Ω、75Ωテレビアンテナケーブル，シールド線
- フラット形…フィーダー線，インターフェイス接続用，スピーカケーブル

ケーブル
- 電力用
- 通信用
- 電子機器用

【表2】線材の分類

普通の家庭の電化製品に使われている銅線は，ほとんどが加工処理のしやすい軟銅線が使われています。いわゆる，TPC(Tough Pitch Copper：タフピッチ銅)です。

合金線は，何をどのくらい混入させるかで，硬度や強度，温度特性，耐蝕性，耐磨耗性などが著しく異なるので，使用目的によって多数の線材が開発されています。

線材そのものは単線，撚線のほか，形状や使用目的によって同軸型やフラット型などがあり，また電力用や通信用，電子機器用などと分類できます。

ケーブルの性質

１本の配線でもインダクタンスＬや静電容量Ｃ，そしてもちろん抵抗Ｒを持つのだという話をしたことがありましたが，高い周波数を扱う電子回路では特に顕著に現われます。

●抵抗Ｒ

この場合，直流抵抗なので，しばしばDCRと呼ぶことがあります。どんなものにも抵抗はあるので，線材も例外ではありません。最近抵抗がゼロになる超伝導体の研究が盛んですが，それでも完全に抵抗がゼロになることはあり得ません。

●静電容量Ｃ　１本の配線でも，大地との間，プリント基板のパターンとの間，隣の配線との間，隣のパーツとの間という具合に必ず静電容量が存在します。大きいか小さいかの違いだけで，決してゼロではないことを知っておくべきです。

このように，**図１**に示すようなコンデンサとしての目的以外に自然に生じている静電容量を浮遊容量といいます。高周波回路では極めて重要な，無視できない因子となります。

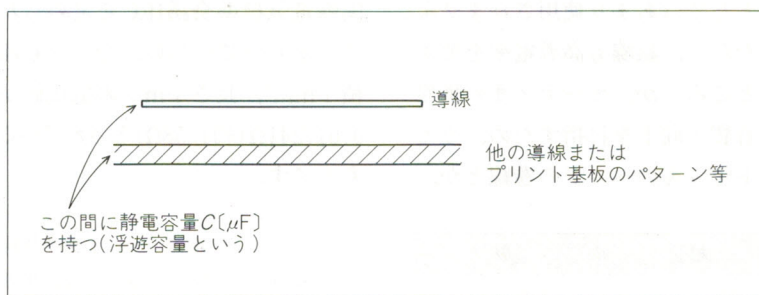
●インダクタンスＬ

電流が流れると，その周りにアンペアの右ネジの法則による磁界が出来ることを学校の理科の時間に習ったと思いますが，導体内部でもこの磁界は生じており，密度は導体の中心部ほど大きくなります。当然逆起電力によって電流は流れにくくなるので，中心部ほどそれは顕著になります。つまり**図２**に示すように，中心部ほど抵抗は大きくなり，電流は導体の表面近くを流れるようになります。

これを表皮効果といいます。直流から大体10kHzくらいまではインピーダンスはほぼ一定ですが，100kHz以上になると急激にインピーダンスは上昇します。周波数が高くなるにしたがってインピーダンスが大きくなるのは，すなわちインダクタンスを有していることに他なりません。

ケーブルの特性インピーダンス

以上は１本の配線にもＬ，Ｃ，Ｒが存在するという話ですが，アンテナケーブルなど２本の配線で高周波伝送するケーブルには，もっと複雑にＬ，Ｃ，Ｒが絡み合った性質があります。特性インピーダンスがその一つで，これはエネルギー伝送をする上で極めて重要なケーブルの性質です。

陸上競技でリレー競争がありま

【図１】浮遊容量

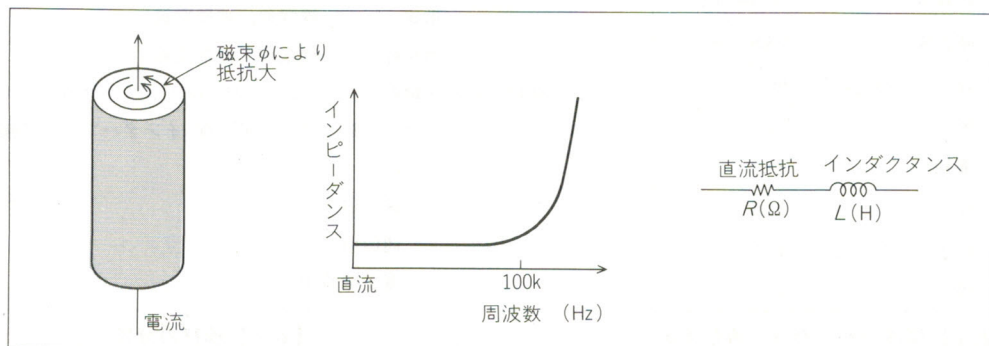
【図２】
表皮効果

すが，走者が次の走者にバトンを渡すときのタイミングは事のほか重要で，勝手な手渡し方をしたのでは効率は悪いですね。それと同じで，信号がケーブルを伝わるとき信号の持つインピーダンスとケーブルの持つインピーダンス，それに受電端のインピーダンスはどれもぴたり一致している(整合しているという)のが一番理想的で効率が良いのです。

図3に，同軸ケーブルの特性インピーダンスZ_0の近似計算法を示します。外部導体の直径，内部導体の直径，それに絶縁体に何を使用するかによって決まります。正確にはこのほか，導体の抵抗率や伝送する周波数によっても異なりますが，周波数が高い場合は，この式が用いられます。

導線素材について

以上述べてきたように，信号伝送には配線のL，C，R，Z_0が大きく関与しますが，最近の研究によって導線の素材によっても信号伝送のクオリティは左右されていることが分かってきました。

いわゆる導体内部の不純物による伝送クォリティの低下です。銅なら銅だけ，アルミならアルミだけの純度の高い導体なら問題ないのですが，不純物によって信号が揺動を受けるわけです。

定量的に表すことはなかなか困難ですが，私の浅学研究によれば定性的には次のような原因があるからではないかと考えています。

それは異種金属による接触電位差，フェルミ順位で説明される量子論的効果，電子の流れの不揃いによる揺動などです。

それでは実際に使用されている線材について，純度や結晶構造などに触れながら具体的に述べていきましょう。

●TPC

先にJISで決められている電気銅の純度は99.96%以上(スリーナイン)であることを述べましたが,これがタフピッチ銅(TPC)と呼ばれる銅で，最も多く使用されています。

不純物としては鉄や鉛，硫黄，錫，白金など金属のほかに酸素も入っています。

この酸素は銅を軟らかにして，粘り強くし，加工がしやすくなるので，わざと入れるようになっています。そして不純物の量としては最も多く，300～500PPMぐらいあります。

●OFC

一般的には，TPCで十分ですが，精密機器の配線やオーディオ用，ビジュアルケーブルには酸素の量を少なくした無酸素銅OFC(Oxygen Free Copper)が使用されます。無酸素といっても酸素がゼロではなく，通常OFCというと酸素の含有量が10PPM以下であるものを指します。

純度も高く99.995%，いわゆるフォーナイン(4N)の純度のものです。

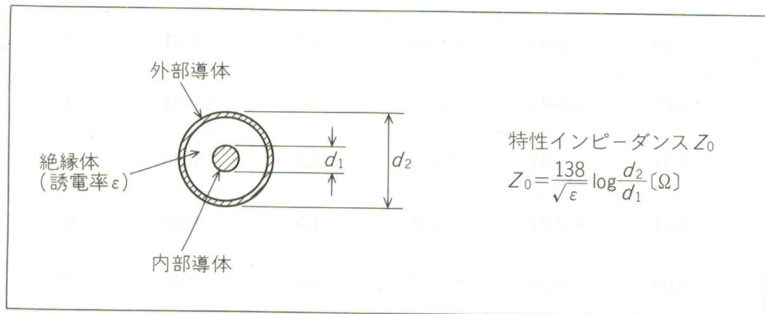
LC-OFC(Linear Crystal-OFC)という無酸素銅線もあります。これも4N銅ですが，金属の結晶の一つ一つを大きなものにして，結晶の壁(結晶粒界)が少なくなっているものです。

OFCをアルゴンガス中で高温(約900度)熱処理することによって(いわゆる焼きなまし),結晶を大きく成長させ，これを引き伸ばして作ります。結晶粒界が軸方向に大きく配列されているのが特徴で，通常は20ミクロン程度の粒界が，約500ミクロンにまで成長するので，これを伸線機で引き伸ばせば，例えば太さを1/100にすれば結晶の長さは1万倍になり，結晶の粒界は通常の1mくらいのケーブルでは10数個ぐらいになります。

このように結晶の粒界が少なく単結晶に近くなると，信号の伝送もピュアになるというわけです。

●PCOCC

銅の純度としてはLC-OFCなどと同じ4Nですが，ほとんど結晶の粒界がなく，まさしく単結晶に近いものにPCOCCというのがあります。千葉工業大学の大野篤美教授と古河電工が共同開発したもので，Perfect Crystal by OCC - processから名付けられた銅素材で，単結晶状高純度無酸素銅といいます。

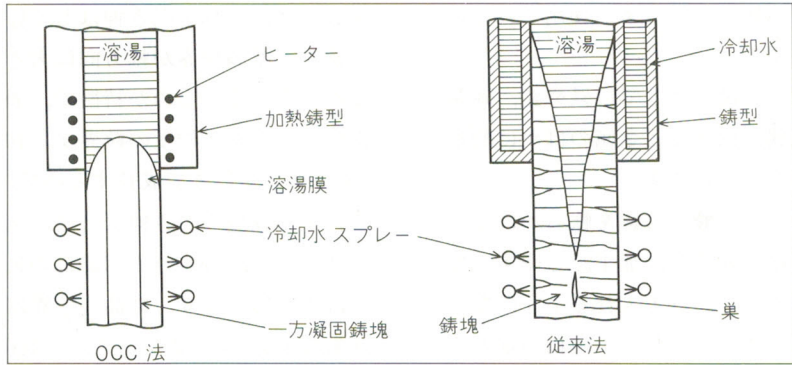
OCCはOhno Continuous Cast-

【図3】同軸ケーブルの特性インピーダンス

ing processから付けられた鋳造法の一種で，加熱鋳型式連続鋳造法というものです。

従来法は冷却鋳型式で，**図4**にその違いを示します。溶けた銅材料を溶湯といいますが，通常はこの溶湯を冷却しながら鋳造します。OCC法は反対に鋳型を加熱して縦方向に成長させながら鋳造します。

従来法では鋳壁は冷やされているので，鋳塊は外側から内部に向かって凝固していくので，鋳塊の中心に不純物やガスがたまりやすい。また巣や芯割れも生じやすく結晶粒界も多くできます。

OCC法は鋳壁では結晶の生成ができないように銅の凝固点より高めの温度にして，鋳型の出口で冷却します。そのため鋳塊は中心部が先に固まって，液相との界面が横方向にはできず，常に長手方向(鋳造方向)に成長することが特徴です。そのため原理的には結晶粒界は存在しないので，この原材を伸線機で引き伸ばして実際の線材にした場合，ほとんど単結晶に近いものになります。

ALOCC(Aluminium by OCC process)はアルミニウムをOCC法で製造したものです。非常に加工性に優れ，30ミクロンという細い線材が一度も熱処理を行なわずに造れて，強度も高いところから，ICやLSIのエッチングパターンやボンディングワイヤなどにも使用されています。

【図4】鋳造法の比較

●6N銅

タフピッチ銅は銅純度が3N，OFCやLC-OFC，PCOCCは4N銅ですが，1989年に銅の生産では最大手の日本鉱業が6N銅を製品化して，にわかに純度に対する関心が深まり，この6N銅を信号伝送に使用すると良い結果が得られることが分かり，最近，オーディオ，ビジュアルケーブルとしてよく使われるようになっています。

純度6N，つまり99.99997%の銅です。日本鉱業から戴いた資料に6N銅(ストレスフリー6Nという製品名)と，従来のケーブルの不純物分析表の比較があるので，参考までに**表3**に示します。

このように純度が高くなると，いろんな面で物性の違いが出てきます。例えば結晶粒界はほとんどなく単結晶に近いことや，導電率は4N銅より3%ほど大きいし，RRR(Residual Resisticity Ratio：残留抵抗比/常温での抵抗と極低温下での抵抗の比)は通常のOFCは約200くらいなのが，6Nでは4000以上になるなどのほか，アニール後軟らかになると，あとはストレスを

No.		Impurities (wt-ppm)							
		Ag	Fe	Sb	Bi	Aℓ	S	As	0
1	Stressfree 6N	0.25	＜ 0.05	＜0.01	＜0.01	＜0.05	＜0.05	＜0.01	1
2	高級ケーブルA	3.17	8.4	0.38	0.04	＜0.05	3.7	0.21	6
3	高級ケーブルB	2.48	14	0.88	0.06	＜0.05	5.2	0.51	2
4	高級ケーブルC	2.27	3.1	0.06	＜0.01	0.53	1.7	＜0.01	1
5	高級ケーブルD	3.57	0.72	0.34	0.01	＜0.05	7.0	0.38	4
6	高級ケーブルE	2.11	0.65	0.34	＜0.01	＜0.05	4.5	0.39	6
7	TPC	.38	3.1	0.60	0.14	＜0.05	3.0	0.46	235

【表3】オーディオ用線分析値の一例

加えて硬くなっても2週間くらい放っておけば，また自然に軟らかになる(ストレスフリー)のも特徴です。

これらの理由はすべて不純物が少ないことによります。例えば通常の4N銅では，結晶粒界は**図5**のように，(a)不純物によって結晶粒界が分離したり，(b)分離しないまでも不連続になっているものが少なくないですが，6Nになると単結晶に近いので，こういった結晶の欠陥は生じにくいといわれています。

【図5】
結晶粒界

日本鉱業から頂戴した資料の中からもう一つ，**図6**に従来の音響用ケーブルとストレスフリー6Nケーブルの違いを分かりやすく図示したものを紹介しておきます。不純物が2ケタ少なくなっていること，それによって電子の流れがきわめてスムーズになること，原子配列の欠陥がないこと，などが分かります。

【図6】
従来との違い

従来の音響ケーブル	Stresfree-6Nines
1-(1) Ni Fe As S Ag	Ni Fe As Ag S
1-(2) e⁻ e⁻ e⁻	e⁻ e⁻
2	

また**写真1～写真3**に，銅線断面の結晶粒を示します。OFC線は非常に細かい結晶粒があり(アニール後も大きくはなっているが，多くの結晶粒がある)，6N銅は結晶粒は数えるくらいです。結晶の成長条件を管理すれば，単結晶状にすることも可能であるといわれています。

〈写真1〉
ストレスフリー6N

〈写真2〉OFC線

〈写真3〉OFC線
(アニール後)

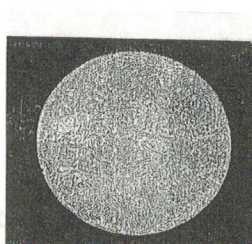
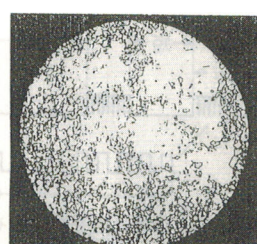
最近は7N銅も出現して，一部の高級AV機器の接続ケーブルなどに応用されています。ただ大量生産できるものではないので，非常に高価です。

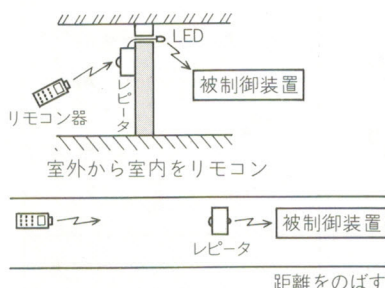
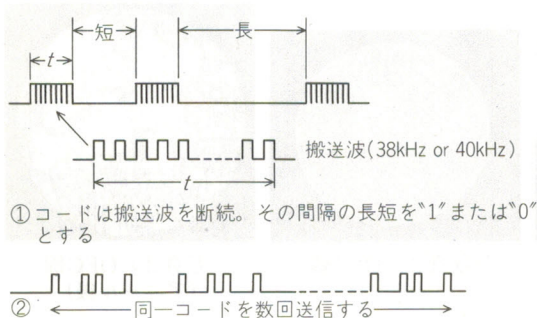
その中でも良心的な価格設定でハイエンドマニアに喜ばれているものに，オルトフォンジャパンの75Ω同軸ケーブル7N・HiV-100D(1万円/1m)や，7N・S端子ケーブル7N・STW-10C(9千円/1m)，BSアンテナケーブル(切売り)などがあります。

次回は最終回です。電子回路に登場するパーツについて，ダイオードやトランジスタ，抵抗，コンデンサなど基本的なものを取り上げてきましたが，最終回は液晶ディスプレーなど応用パーツをいくつか取り上げます。

そして4月号からの新連載は続編として，電子回路の設計入門です。

赤外線光レピータの製作

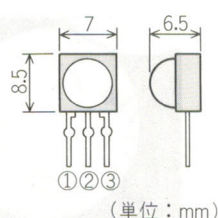
岩上篤行

家庭電化製品などの赤外線リモコンは直線で10mほど届きますが，赤外線といっても光ですから見えない所には届きません。反射を使って遠回しもできますが，反射損失があります。

ホームオートメーションなどにも光リモコンの応用はできますが，場合によっては被制御装置が物陰となることもあるでしょう。

そこで考えついたのが，光レピータです。これは赤外線リモコンの制御コードを受信し，再送信するものです。応用例として，**図1**のように室外から室内の装置を動かす(ガレージなど)とか，Tの字の通路の奥の装置をコントロールするとか，距離を延ばすとかが考えられます。

今回はこのアイデアをどのようにして実現化したかについても，少し触れたいと思います。やさしそうで，意外に問題がありました。

【図1】光レピータの応用

赤外線リモコンの制御コード

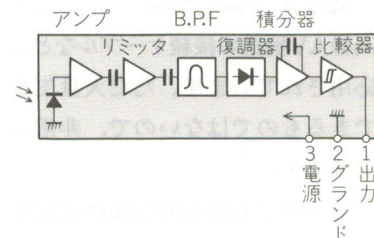
一般的な赤外線リモコンのコードは，**図2**のような方法で送信されます。PWMといって，長短のパルスで搬送波を断続させます。受信側ではこの長短の検出を行い，意味のあるコードかどうかを判定します。

38kHzの搬送波を使うのは，外光の影響を防ぐためです。受信側では，受光したパルスに搬送波成分が無ければ，単なるノイズとして無視します。太陽光線や電灯の光には，38kHzの成分はほとんど無いのです。

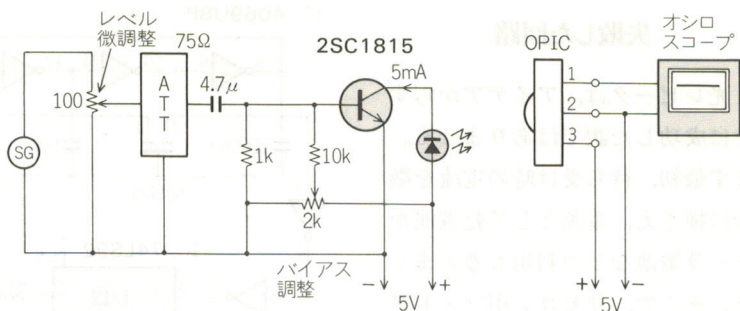
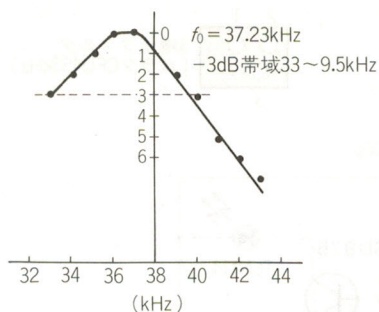
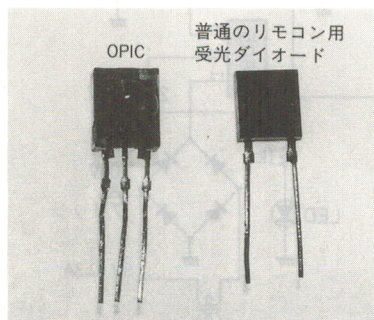
搬送波を断続した送信パルスは，ドライバとしてのトランジスタに入力し，赤外線発光ダイオードに電流が流れます。このダイオードは電流により赤外線を発光します。

受信側は，赤外線を感じる赤外線フォトダイオードでパルスを受信します。

OPICを使う

受信したパルスは，増幅して38kHzまたは40kHzのフィルタに入れ，それからパルスを再現する回路に接続します。その，フォトダイオードはパルスを再現して出力するまでの複雑な回路をワンチッ

【図2】リモコン器の送信パルス

最大電源電圧	6V	ハイレベル出力電圧	V_{CC} −0.5V
推奨動作電圧	4.7〜5.3V	ローベル出力電圧	0.33V
消費電流	3mA	BPF中心周波数	38kHz

【図3】リモコンセンサ1S1U60の仕様

【図4】1S1U60の周波数特性測定

〈写真1〉左がOPIC

プICとしたのがOPIC, つまりオプティカル(光の)ICというわけです。

OPICはシャープの登録商標で各種の製品がありますが，今回使用したのはリモコンセンサ1S1U60といい，**図3**に定格や接続を示しました。

1S1U160は小型で，非球面レンズを採用して感度を上げ，電磁シールドを内蔵させて外部シールドを省略できるようにしています。大きさは，**写真1**でわかるように普通のリモコン用フォトダイオードと同じ寸法です。

実際にとても使いやすい素子だと感じましたが，当然のことながら電源のプラスマイナスを逆にしたところ壊れてしまいました。しかし，壊れたのは出力部のシュミットトリガの内部抵抗が断線しただけで，外部抵抗を電源と出力端子間に接続すると，正規品とまったく同じ状態で使えることがわかりました。

なおこのOPICは，横浜の(本店、大阪)のシリコンハウスで480円で入手した物です。

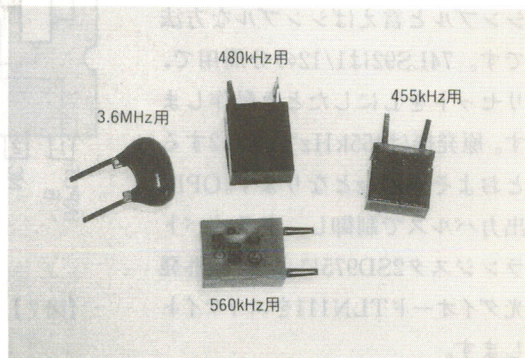
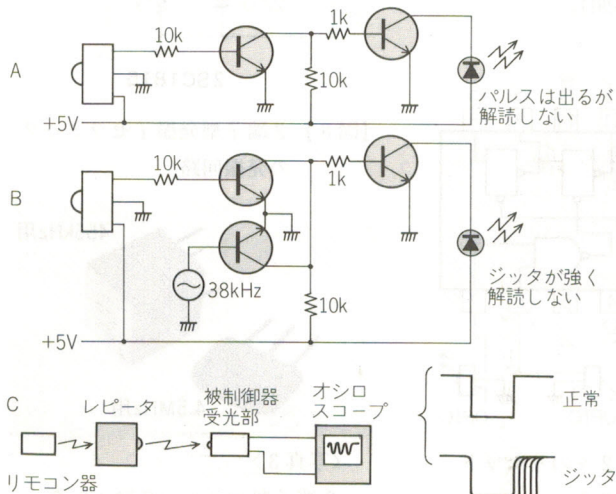
OPICに内蔵しているフィルタの特性を**図4**に示します。これは，発光ダイオードにドライバのトランジスタとSGを接続し，発光ダイオードには5mAの電流を流しておき，受信側では無感度ならHレベル，入感ならLレベルとなることをモニタしながら測定したものです。

SGの周波数を38kHz付近にして，アッテネータATTによりドライバのトランジスタへの入力レベルを上げると，あるレベルで受信側が入感状態になります。周波数を変えると，ドライバへのレベルをUPしないと入感しません。そのレベル差が，周波数特性です。

共振点は，周波数を変えながらレベルを微調整をして見つけます。

このようにして，チェックしたところ共振点はやや低く出ました。別のサンプルを同様にチェックしたところ，共振点は37.58kHzとなりました。搬送周波数40kHzに対しては，−3dBの感度となってしまいます。

◀【図5】テスト した回路

▼〈写真2〉2端子型セラミック発振子各種

失敗した回路

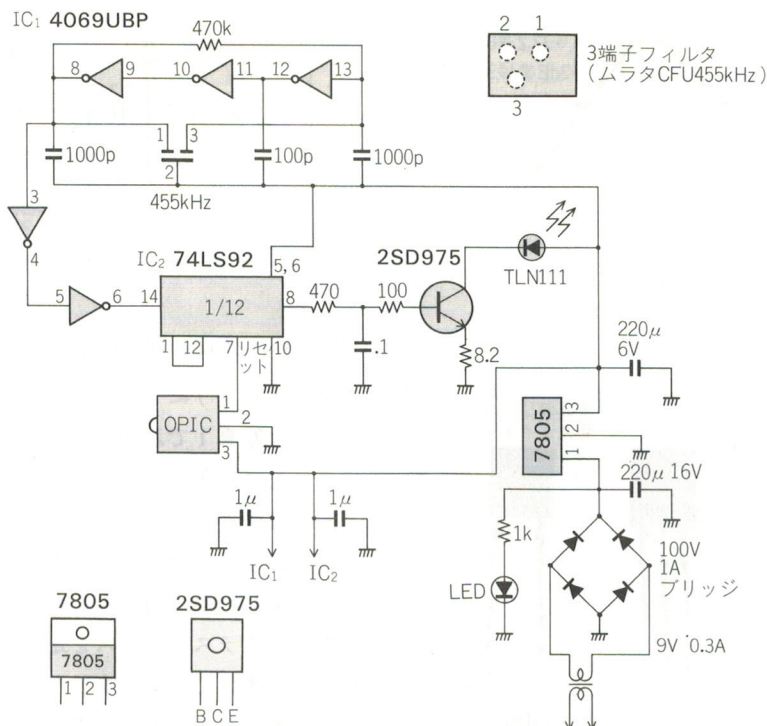
光レピータは，アイデアからすぐに成功した訳ではありません。まず最初，待ち受け時の電流を微少に押さえ，電源として乾電池かソーラ電池などの利用も考えました。そこで，リモコン用フォトダイオードとリニアアンプの組み合わせをテストしたところ，SN比が悪いことと，外光のためアンプが動作してしまい，失敗でした。

次に**図5A**のように，OPICの出力で直接ON/OFFしたところ，パルスは出ても受信側では解読しませんでした。つまり搬送波成分が無いため，NGというわけです。

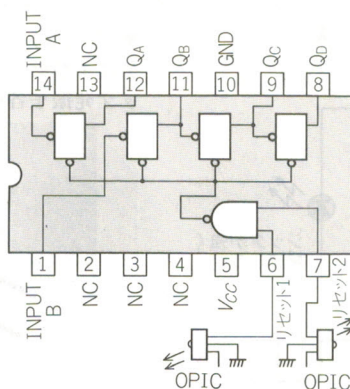
で，搬送波を別に作りそれを断続させる**図5B**のような回路にしたのですが，だめでした。受信波形を観測するとジッタが強く，それが原因で解読しないのだと推定しました。

ジッタが発生するのは，元の搬送波とレピータで作った搬送波の干渉ではないかと思います。なお，波形の測定は**図5C**のような方法で行いました。

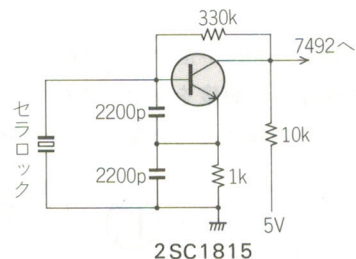
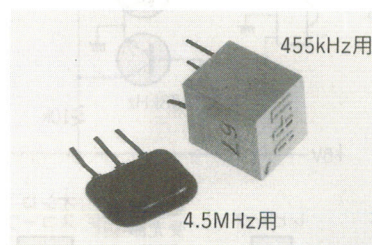
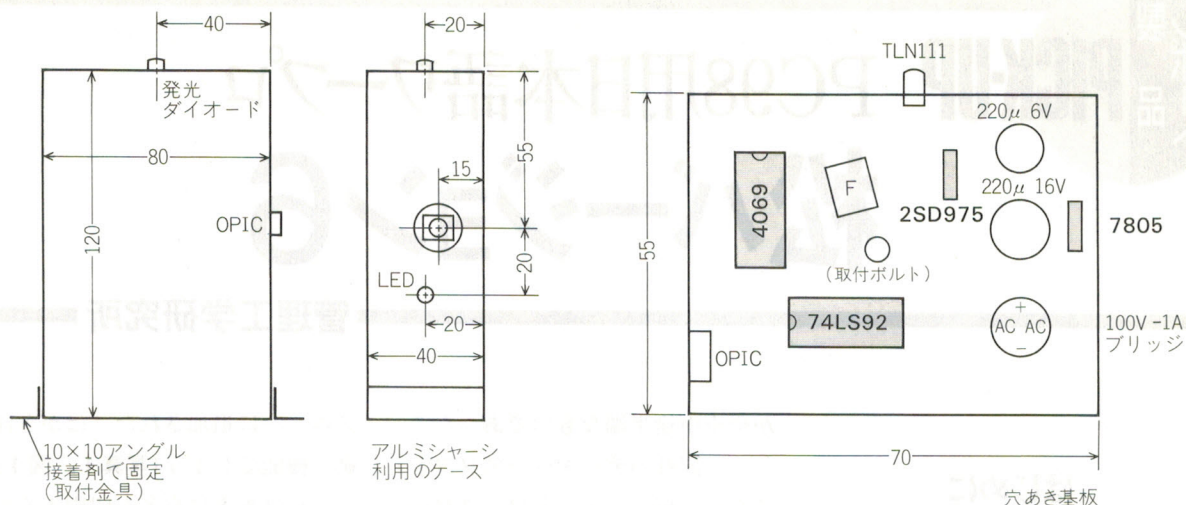
今回の回路

図6が今回製作した回路です。発振を分周するICをいきなりOPICで制御する，乱暴と言えば乱暴な，シンプルと言えばシンプルな方法です。74LS92は1/12の分周用で，リセットをLにしたとき動作します。原発振は455kHzで，1/12するとおよそ38kHzとなります。OPIC出力パルスで制御し，ドライバトランジスタ2SD975により，赤外発光ダイオードTLN111をエキサイトします。

【図6】光レピータの回路

電流は実測したところ約85mA流れています。待ち受け時の電流は30mA程度です。ピークにおいて120mA流れるとしても，さほどの電源容量は必要ありません。74LS92の代わりに，旧型の7492を使用しても大きな差はありません。

これらのICはリセット端子が2つあり，OPICを2コ使って2方向からの入力に対応できるようにもなります（**図7**参照）。

【図7】7492は2ヶのリセット端子がある

なお，TLN111は現在製造されていません。東芝のカタログを見ますと，TLN115Aが代替えとして使えそうです。

発振回路

【図8】2端子型発振子セラミックの発振回路

〈写真3〉
3端子型セラミックフィルタ

【図9】ケースと基板

1/12のICを採用した理由は,7492をたくさん持っていたからでもありますが,発振素子として容易に入手できるものがこの455kHz用フィルタだからです。

2端子型のセラロック(**写真2**)では,トランジスタ1個で簡単に発振します(**図8**)。

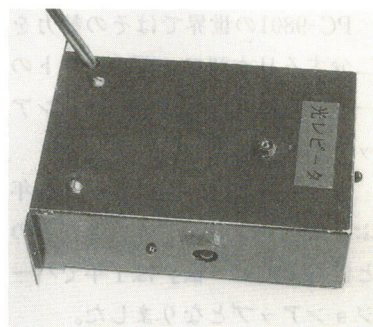
しかし,3端子型(**写真3**)では図6のようなMOS ICによる回路が実用的でした。この回路において,100pFは基本的には必要ありません。これを入れると,発振周波数は451kHzと低くなりました。

このMOS ICによる回路は3端子素子だけではなく,セラロックやコイルのような素子でも発振します。いろいろテストしてみると,どうもセラロックでは表示の周波数より高い値で発振する傾向を認めました。

製　作

小さな穴開き基板に組み込み,アルミシャシをケースとして納めました。外形の寸法と各部品の配置は,**写真4・5,図9**を見てください。

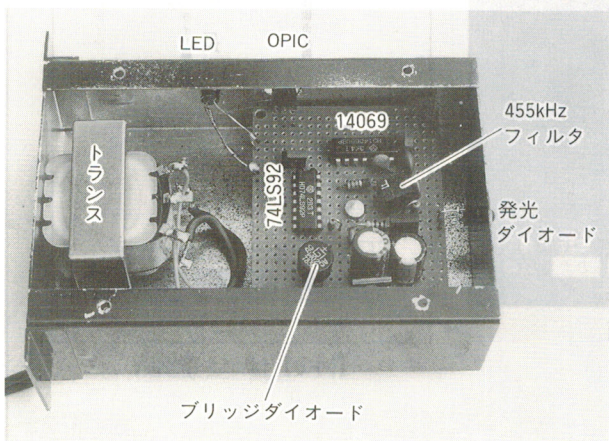
電源は必要な容量に比べて余裕が有り過ぎますが,トランスは01.Aも0.3Aも価格はほとんど差がないのです。AC100Vに接続して長時間動作し続けるものなら,ゆとりの有る方が安心です。

〈写真4〉
内部の様子

〈写真5〉できあがった光レピータ

＊

さて作り上げたものを使用してみましたら,受信の感度は9mほどありますが,再送信の強さは4m程度でした。

送信用のダイオードが1コでパワーが不足していることと,まだ波形のひずみがあるようです。波形のひずみについては,レピータのOPICの出力幅がはたしてリモコン器からのパルス幅と同じなのか,使用した赤外発光ダイオードTLN111がはたして忠実に38kHzに追随しているかどうか,といったことも含めての検討が必要のようで,とりあえずアイデアを試作しての紹介となりましたが,まだまだ色々とつついて改良しなくてはならないと思っています。

製品レポート PICK-UP

PC98用日本語ワープロ 松バージョン6

管理工学研究所

はじめに

PC-9801の世界ではその勢力を二分する日本語ワープロソフトの一つである「松」がバージョンアップされました。

もう一方の「一太郎」が，3年ぶりにバージョンアップされるのとは対照的に「松」は1年でバージョンアップとなりました。

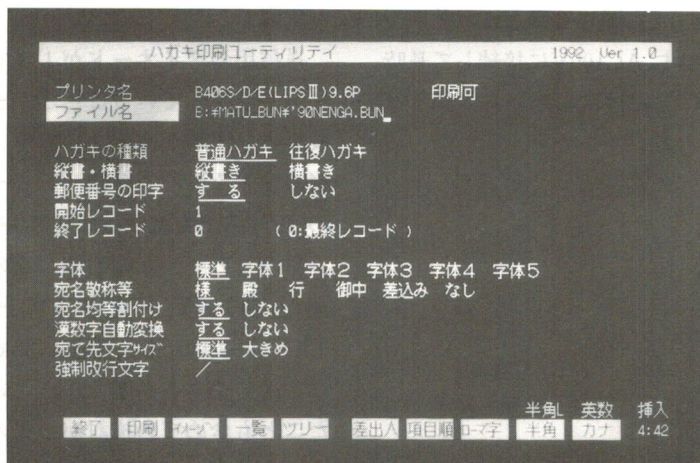
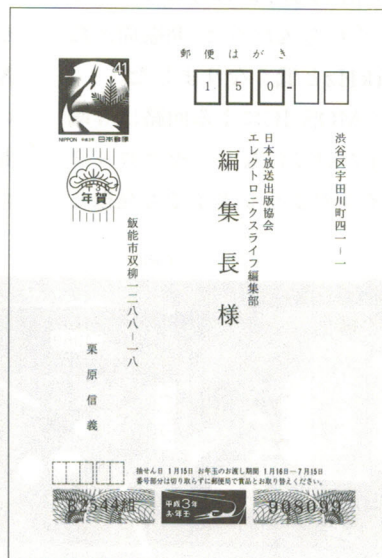
これは前回のバージョンアップがやや中途半端なものであったことと，同社のデータベースソフトである「桐」がネットワーク対応となったことと同じように，「松」もネットワークに対応させることが必要になったことなどが早いバージョンアップの要因でしょう。

新しい機能

では，バージョン5から何が新しくなったのでしょうか。

機能面で目立つのは，スタートメニューに追加された「はがき印刷」機能でしょう（**写真1**，**図1**）。

これは葉書に宛名を印刷するための専用機能で，「松」の文書として**図2**のような書式で宛名を書いておけば印刷をしてくれるというものです。

従来から用意されている差し込み印刷の機能と異なる点は，必要なデータの頭に数字をつけることによって，文字を葉書の所定の位置に自動的に割り当てて印刷をしてくれることです。

〈写真1〉はがき印刷ユーティリティ画面

【図1】はがき印刷例

葉書印刷の書式	具体的な書き方の例
1：宛て先の郵便番号	1：150
2：宛て先の住所	2：渋谷区宇田川町41－1
3：宛て先の会社名	3：日本放送出版協会
4：宛て先の部課名	4：エレクトロニクスライフ編集部
5：宛名	5：編集長
6：差出人の郵便番号	6：357
7：差出人の住所	7：飯能市双柳1288－18
8：差出人の名前	8：栗原信義
9：宛て名敬称	9：殿

【図2】
はがき印刷の
書式と具体例

差し込み印刷でも不用な箇所は，空白行にしておくなどの手法でほぼ同じような印刷を行うことはできますが，郵便番号は横書きに，住所や宛名は縦書きにというのはほとんど不可能です。

こうした意味では便利なのですが，宛名が数百名分もあるとそのデータを図のような書式に登録するのがかなりの作業量になってしまいます。

「松」の中に簡単なデータベース機能を持たせるとともに，同社のデータベースソフトである「桐」などのデータが読み込めればさらに便利になると思います。

次に文書の入力と同じ画面に図形を描く機能が入りました。

「一太郎」なら「花子」で，従来の「松」なら付属の「鶴」という図形専用ソフトで図を描き，これをワープロの文書中に貼り込むことはできましたが，いったん文書作成の機能から抜けて別のソフトを立ち上げて作図し，これを文書中に持ってくるというのは意外に面倒です。

もちろん複雑な図形が必要な場合などには，いずれにしても専用のソフトが必要になると思いますが，文書中にちょっとした説明用の図を描きたいといったときに，従来のワープロではせいぜい四角と斜めの線，そして矢印くらいしか利用できませんでした。

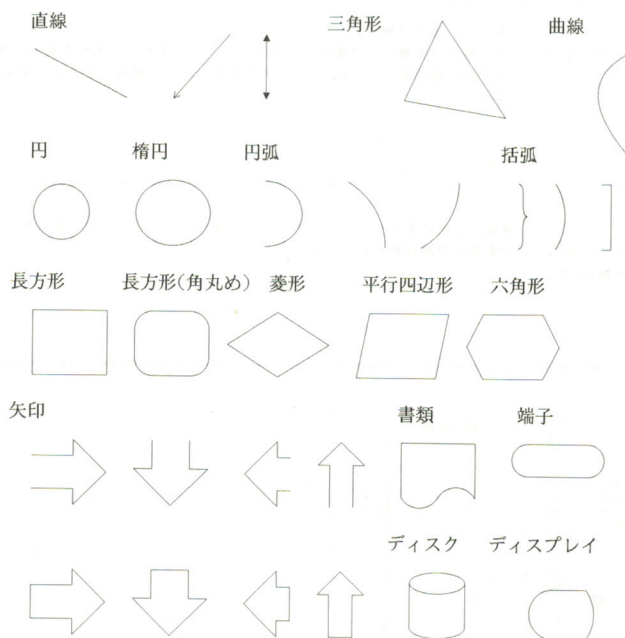
それが今回の「松」では円や楕円，6角形，曲線なども描けるようになりました(**図3**)。

またフローチャートを描くときに便利なディスクやディスプレイ，書類，端子などといった図形も簡単に描くことができます。

最近は会社などのレポートや，提案文書などにも簡単な図形を描いて内容を理解し易くすることが要求されるようになってきました。

こうしたときにはこの線画作成機能は，作業能率と仕上がりの良さを提供してくれるものとなるでしょう。

もう一つの新しい機能は「数学記号」の入力です。

これも線画と同じように文書作成中に罫線と同じような方法で簡

・数学記号

【図3】線画と数式機能(キヤノンのLBP-B406Eで印刷)

単に利用することができます。

記号の種類は図3にありますようにそれほど多くはありませんが，日常的に利用するのであれば不自由はないでしょう。

これらの線画と数式を使って書かれたサンプルを**図4**に示します。

書かれている内容は今回の評価用ソフトに入っていたもので，これをキヤノンのレーザプリンター(LBP-B406E)でプリントしたものです。

次の機能はバージョン5で追加された機能をさらに拡張したもので，グラフを作成する機能です。

これは表計算機能に付加されたものですが，従来なら表計算ソフトやデータベースソフトに付いていたものがワープロに装備されたものです。

ワープロでビジネスに関する書類などを書いていると簡単な図形やグラフを入れたくなります。

世の中のテンポが上がっている現代では文字だけのプレゼンテーションなどというのは見てもくれません。

もちろん，図は作図ソフトで描き，グラフは表計算ソフトなどで描かせ，これをワープロの文書中に読み込めば結果としては同じようなことができるわけですが，実際にはさまざまな制約があり，なれていてもイメージどおりに仕上げるにはたいへんな努力が必要となります。

これが一つのワープロソフトの中で実現できるとなれば，便利なことは間違いありません。

ただし，各種の数字に関する実際のデータは，表計算ソフトなどで一元的に管理するというのが原則だと思います。

あるデータは表計算ソフトに，そしてまた別のデータはワープロにある，というのでは後で困ってしまいます。

そこで今回の「松」には表計算ソフトの代表選手である「ロータス1-2-3」の表をそのまま読み込む手段を用意し，データの入力は1-2-3で行い，入力したデータの結果はワープロで利用する，ということが可能となりました。

ロータス1-2-3は「松」の開発元である管理工学研究所が，ソフトの日本語化に協力しているという関係にあるためこうした対応はお手のものなのかもしれません。

ただし，読み込んだ表はテキスト文字として認識され，表に埋め込まれた計算式などは無視されます。もしワープロ上でも計算を行わせたければ「松」に用意された計算式を改めて適用することになります。

図5はこの表計算機能と，その表から作ったグラフの例です。

グラフの種類は「標準棒」「積み上げ棒」「構成比棒」「折れ線」「標準層」「多重円」「並列円」「標準レーダ」「並列レーダ」「散布図」の10通りです。

同社のデータベースソフトである「桐」にはこの他に「SD棒」「SD折れ線」「株価」といったグラフもありますが，通常の用途には松に用意された10種類で十分でしょう。

グラフの作り方は図4のようにX線の範囲を指定し，次にX軸の項目を指定します。

この状態で「表示」というファンクションを押すと画面にグラフが表示されます。

図6-1 又極子：+qと-qの2電荷が距離dにある

6－2　電気双極子

はじめに、距離dだけ離れた点電荷＋q，－qをとる。電荷を結ぶz軸をとり，その中点に原点をとる（図6-1）。そうすると二つの電荷のポテンシャルは(4.2.4)から

$$\phi(x,y,z)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q}{\sqrt{[z-(d/2)]^2+x^2+y^2}}+\frac{-q}{\sqrt{[z+(d/2)]^2+x^2+y^2}}\right]$$

電場の公式は書かないが，ポテンシャルが分っていればいつでも計算出来る。2電荷の問題は解かれてしまった。

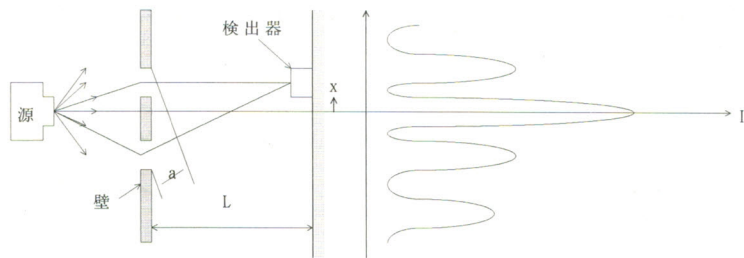
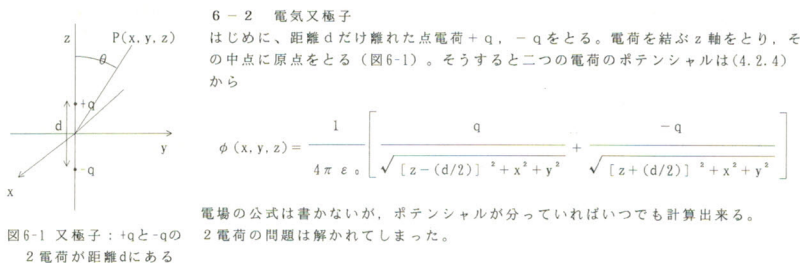



図15-5 電子を使った干渉実験

$$\oint_{(1-2)} A'\cdot ds = \oint_{(1-2)} A\cdot ds + \oint_{(1-2)} \nabla\phi\cdot ds$$

【図4】線画と数式の使用例(付属のサンプルから)

これを一度ファイルに保存してから，グラフを描く場所を指定すると図4のようにグラフが挿入されます。

機能面ではこの他にネットワーク対応という大きな機能アップがあります。

同社のデータベースソフトである「桐」が，最新バージョンでネットワークに対応したことは既にレポートしましたが，今回のワープロソフトが対応したことで，同社のメインとなるソフトがいずれもネットワークで使えることになったわけです。

使用するネットワークは事実上の標準になりつつある，ノベル社のNetWare386のVer.3.1Jに対応したものとなっています。

残念ながら現在の筆者のパソコン環境ではネットワーク対応のテストはできませんが，日本でも会社などではそろそろ社内にネットワークを整備するところが多くなってきていますので，業務用に使用するソフトはネットワークへの対応が一つの鍵になってくることでしょう。

新機能の紹介の終りにファンクションキーに割り当てられている松のメニューと追加された機能を**図6**に示しておきます。

	国語	数学	英語
奥脇　美子	62	64	67
久保　信子	73	78	68
小杉　泰子	68	85	69
津々見　敏	77	45	69
長谷川　健	71	84	68
菅家　里美	75	92	84
関根　勝美	74	84	79
池田　富夫	69	67	85
石川　進	62	78	84
一之瀬正彦	83	91	86
岡　邦夫	78	85	84
川上　俊夫	77	74	87
木村　正夫	80	65	75
酒井　勇一	79	57	78
高橋　健一	78	84	79
武井　徳仁	80	85	84
西田　裕	77	64	57
深井　健一	76	57	79
深谷　哲夫	80	78	90
合計	1419	1417	1472
平均	74.68	74.58	77.47

【図5】表作成機能とグラフ作成機能

A：	A↓	編集	切替	終了	メニュ	ﾚｲｱｳﾄ	印刷	ﾛｰﾏ字	半角	カナ
B：	B↓	表計算	線画	罫線	文字飾	字ｻｲｽﾞ	行設定	割付け	改行幅	段組
C：	C↓	文書枠	図形枠	定型句	組飾り	ヘッダ	検索	属検索	置換	属置換
D：	D↓	奇改頁	ﾀﾌﾞ設定	脚注	索引等	ﾓｰﾄﾞ替	その他	自動修	ﾌｧｲﾙ	連続印
シフトキー：	繰返し	改行	改頁	端設定	端修正	改端	字移動	字複写	字削除	字貼込
CTRLキー：	ｺｰﾄﾞ表	辞書	面分割	標〈〉精	記号	ｼﾞｬﾝﾌﾟ	行移動	行複写	行削除	行貼込

★反転部分が追加された機能.

【図6】バージョン6で追加された機能

総合評価

筆者が日本語のワープロを使いはじめたころ(昭和59年)は，仮名を漢字に正しく変換することが最大の機能アップでしたが，現在では文章や，レポートをどのように組み立て，まとめ，そして仕上げるかという部分での機能アップと，ネットワークへの対応といった点が勝負どころになっています。

「松」はこうした状況の中で，プロユースに耐える基本的な機能の充実という面で，常に日本語ワープロをリードしたきたと筆者は思っていますが，今回のバージョンアップでまた最先端の機能を身に付けました。

こうした機能がワープロを利用するすべての人に必要だとは思いませんが，基本機能を充実させた上での機能アップは使う人に新たな創造の意欲をかき立ててくれます。

(栗原　信義)

製品レポート PICK-UP

Mac Image COnverter
Mico(ミコ)

アクトコンピュータシステム

はじめに

この製品は,PC-9801で動作している「花子」のデータをアップル社のマッキントッシュ(以下マックと呼ぶ)で使えるデータに変換するソフトです(¥49,300)。

と,申し上げればかなり多くの方が「まってました」と思われるのではないでしょうか。

PC-9801シリーズのパソコンを使い続けていた人が,マックあるいはIBM-PCやその互換機を購入するケースは,このところ急増しているようですがこうした場合,既にPC-9801に蓄積したデータがかなりあると思います。

こうした方々は98のデータを,それぞれの機種で動作するアプリケーションで使いたいと思うのは自然な要求でしょう。

現在のパソコン環境では少なくとも文字,つまりキャラクタベースのデータについては,なんとか相互に利用できるレベルにありますが,図形や画像などのデータに関してはほぼ全滅状態です。

唯一の可能性は,違う機種でも同じアプリケーションが動作している場合ですが,その場合でも100%の互換性はないと考えたほうがよいでしょう。

こうした状況の中で登場した,「Mico」は少なくとも筆者にとっては救世主のように思えました。

しかし,残念ながら現在のMicoのバージョンは,花子のバージョンが1.2までのデータだけが変換可能で,それ以降のデータは変換できません。

筆者の場合,花子はバージョン1.2の頃から使用していましたが,本格的にデータが蓄積しはじめたのはバージョン2になってからです。

このため現状では,このMicoを本格的に利用するまでには至っていません。

開発元に問い合わせたところ,花子のバージョン2に対する変換も現在開発中であり,1年以内には発表できるであろうとのことでした。

ところでMico(ミコ)というのがこの製品の名称なのですが,その意味はMac Image COnverterの頭文字を採ったものだそうです。

名が体を表す,なかなかうまい命名だと思います。

ソフト上ではこの名前に引っかけて,変換中に巫女(みこ)がほうきで掃除をしている姿が登場します。

ところで私事で恐縮ですが,実は最近になってついにマックを手に入れました。

会社で使いはじめたのがきっかけですが,その作図機能のあまりの便利さに参ってしまいました。

昔からのマック愛好家からは,今更何を言ってるのといわれそうですが,筆者の場合PC-98の世界にどっぷりと浸り切っていましたので,ほかの世界はまったく見えていなかったというのが本音です。

使いはじめて間もないのですが,マックで図を描いているときにふとPC-98の「花子」で描いたデータが,マックで使えれば大変便利なのにと思ったのがこのソフトを使いだしたきっかけです。

ところで,もう説明の必要はないかもしれませんが「花子」というのは,PC-98のユーザーなら知らない人はいない日本語ワープロの代表格である「一太郎」と同じジャストウィンドウ上で動作する作図用のソフトです。

建築用あるいは電気用といった特定の用途に向けたものを除けば,一般の人が使うにはわかりやすく,しかも高機能な製品です。

「一太郎」とのコンビで使うと,文章の中に花子で描いた図を簡単に取り込んで印刷することができます。

この機能を利用して400ページもある本を8人ほどの共同作業で,一太郎と花子だけで書いたこともあります。

こうしたときのデータがマックでも使えると大変便利なのですが，現実には文字データだけで，図形のデータをマックで使えるようにしてくれるソフトはありませんでした。そこに登場したのが今回紹介する製品なのです。

筆者としては，１日も早く花子のバージョン２に対応した製品が発売されることを望みたいと思います。

使い方

このソフトは基本的にマックで動作させるソフトです。

簡単なプロテクトが掛けられていますので，ハードディスクから立ち上げようとするとオリジナルディスクの挿入を要求されます。

変換の手順としては次のようになります。

まず，PC-98上の花子で作ったデータをなんらかの方法でマックに取り込まなければなりません。

この方法は２つあります。まず**図１**のように，ネットワークを使ってPC-98のデータをマックに持ってくる方法，そしてフロッピーディスクを経由してデータを持ってくる方法です。

ここでは，フロッピーディスクを媒介にしたデータの移動とコンバートの方法，そしてMicoを使ったデータの変換についてお伝えしましょう。

まず花子のデータ形式ですが，冒頭でも述べましたように，現状のMicoのバージョンでは花子のバージョンが1.2までのものしか変換できません。

現在手元にある花子(バージョン２)のプログラムファイルはタイムスタンプが「89-09-21」となっていますので，89年の暮れには発売されていたものと思われます。

ですから筆者の場合，89年の暮れから約３年間に描いたデータは変換できないことになります。

また，バージョン1.2で描いたデータの中でもファイルの拡張子が「○○○○.DRH」のものだけに限られます。

拡張子がDRHのものというのは，花子で描いた図形そのもののデータであり，パーツとして保存したものなどは変換できません。

試しに花子のバージョン２のデータを変換しようとすると，バージョンが1.2ではないといって作業がストップしてしまいます。

図２は，変換の作業手順を示したものです。

まず，作業の第１ステップは3.5インチの2DDディスクを用意することから始まります。

このディスクをPC-98でフォーマットを行いますが，このときに必ず次のように９セクタでフォーマットを行います。

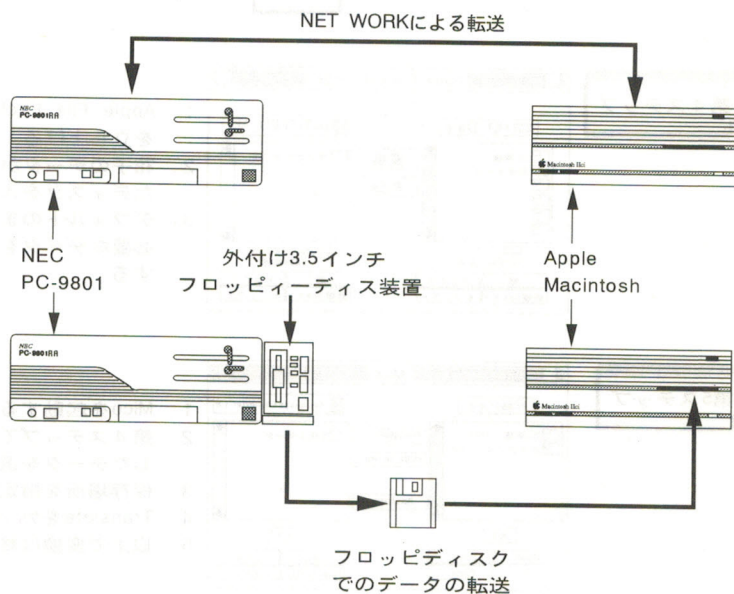
A>FORMAT B:/9

ディスクをＢドライブ以外に入れたときは，Ｂ：の部分を該当するドライブ名に変更してください。

この/9によるフォーマット方法は，PC-98の世界ではつい最近まで裏技的な方法でしたが，現在では正式にサポートされています。

このスイッチを指定することによって，2DDディスクを９セクタでフォーマット(通常は８セクタ)し，容量は720Kバイトになります。

最近のマックでスーパードライブを備えた機種では，この９セクタの720Kバイト容量でフォーマットされた2DDディスクと，1.44Mバイトの2HDディスクを読み取ることができます。

PC-98の世界では，2HDで1.44Mバイトというフォーマット形式はサポートされていないため，マックとのデータ互換はすべて2DDを９セクタフォーマットしたディスクで行うことになります。

【図１】PC-98のデータをマックに転送する方法

第2ステップは，フォーマットしたディスクにPC-9801上で花子のデータファイルをコピーします。

このとき，花子のデータがB4の用紙いっぱいに描いたようなファイルは，変換時にサイズが大きすぎるといってデータの一部が欠落するおそれがあります。

どうしても必要なファイルの場合には花子を起動し，図を分割して保存するなどの対策が必要です。

こうして2DDディスクに保存したデータを次にマックで読み込みます(ステップ3)。

このとき注意することは，必ずマックの「Apple File Exchange」を立ち上げてからディスクを入れることです。

先にディスクを入れると，これはマックのディスクではないといって正常に認識してくれません。

「Apple File Exchange」というユーティリティソフトはマックのシステムディスクに入っていて，マックのファイルをMS-DOSに変換したり，その逆を行うためのものです。

ここではMS-DOSからマック用に変換するわけですが，変換用の各種の指定はデフォルトのままでOKです。

変換するファイルと変換したファイルの保存場所を指定し，変換を開始します。

ここまでの作業は，MS-DOSのテキストファイルなどをマックで使えるようにするための作業と同じですが，テキストファイルの場合にはデフォルトではなく，テキスト変換を指定することになります。

ここまでの作業で花子のデータは無事にマックのハードディスクに入りました。

しかし，このままではマックのアプリケーションでデータを読むことはできません。

いよいよMicoの登場です。

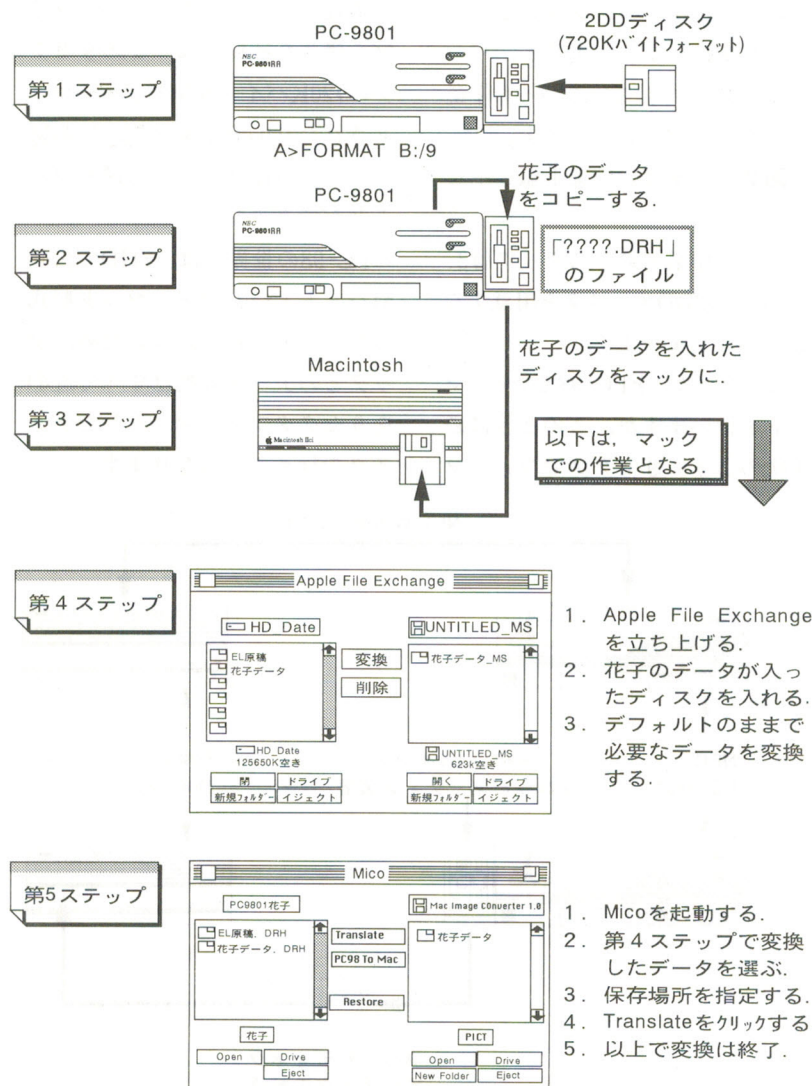
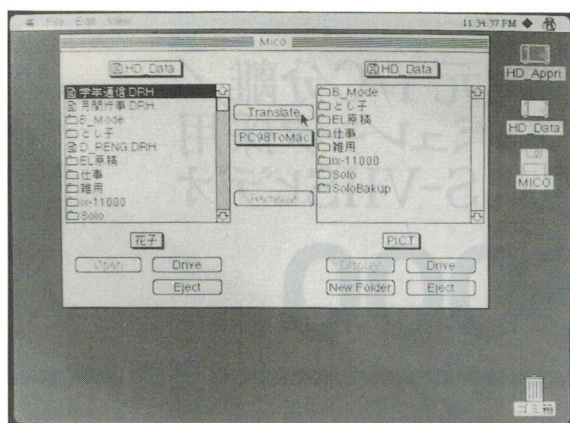
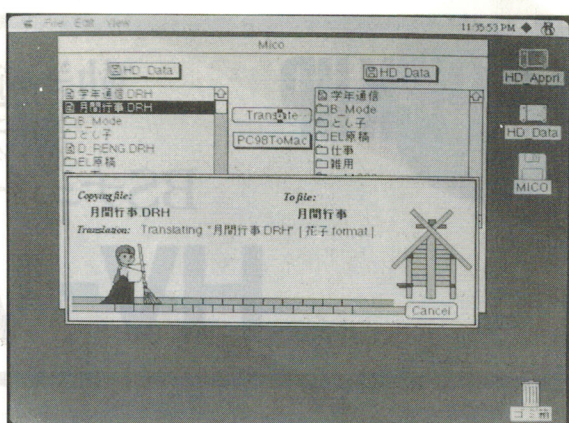
ステップ5でMicoを立ち上げます。このときMicoはオリジナルディスクを要求してきますので，ドライブに挿入します。

無事に立ち上がると「Apple File Exchange」と同じような画面が表示されます。このとき，左側の表示窓の下には「GT-4000」の文字が見えますので，ここをクリックすると花子のメニューがありますので，プルダウンして花子を指定します(**写真1**)。

次に，左側の画面に先ほどマックのファイルに変換したデータを表示させます。

右側の画面には変換したデータを保存するドライブを指定します。

これで準備は終りです。

「Translate」をクリックすると巫女さんが境内を掃除しながら左から右に移動し，次に清めの酒を運びます。無事に運び終えれば変

【図2】データ転送の具体的な方法

〈写真１〉Micoを起動したときの画面

〈写真２〉Translateをクリックしたときの画面

換は完了です(**写真２**)。

もし途中で「イメージデータは変換できません」とか「描画領域(900,1200)を越える図形は変換できません」などというメッセージが出たらデータの一部は変換されませんが，取りあえず作業を続行し，実際の変換済みデータを見てから花子で修正するなどの対策をすることになります。

おわりに

参考までに変換前のデータ(花子で印字したもの)と変換後のデータ(マックドローIIで印字したもの)を**図３**と**図４**に示します。

変換後のデータでは，なぜか黒白の表示が異なって表現されていますが,データとしてはほぼ100%達成されています。

また，ここで重要なのは変換されたデータが，マック上のほとんどのアプリケーションで使用できる「PICT2」の形式で保存されるということです。このため，すべてのデータはページメーカーやEGブック，マックドロー，MINI-CADといったソフトで自由に修正することができます。

パソコンを単なるワープロの清書機として使う時代は終りました。

コンピュータはデータを処理し，利用するのが得意な機械です。

しかし，機種が変ればそれまでのデータが無になるというのは現実ですが，許せない思いがしています。

今回紹介したようなソフトは，まだそれほど多くの需要はないと思いますが，必要な人には極めて重要な製品です。

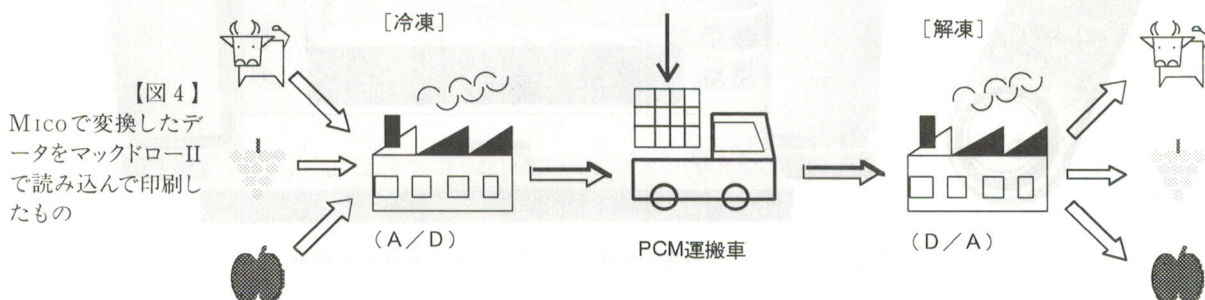
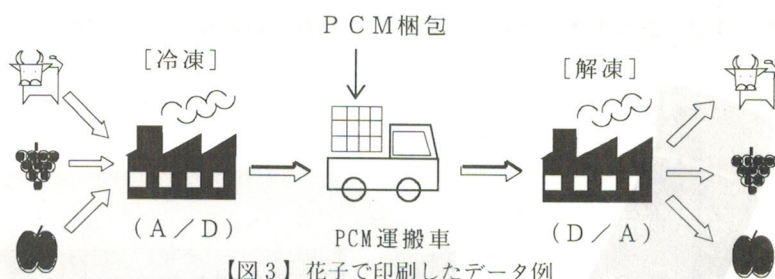
多少高価でも仕方がないと思いますが，こうしたソフトが充実することを切に願ってレポートを終りたいと思います。

㈱アクトコンピュータシステム
TEL：06-764-0777

(黒田　諄)

【図３】花子で印刷したデータ例

【図４】
Micoで変換したデータをマックドローIIで読み込んで印刷したもの

製品レポート PICK-UP

動き適応3次元Y/C分離/新テープシミュレータ採用 BSチューナ内蔵S-VHSビデオ

HV-V6000

三菱

概要

大画面は三菱です，というキャッチフレーズはあまりにも有名で，事実，大画面AVの普及には絶大な貢献をしたメーカーである。しかし一方で，三菱のVHSビデオデッキは，パナソニックやビクターなどと違い，いわば後発メーカーであったため，その知名度はなかなか上がらなかった。

それだけに，絶対に他社の画質に負けてはならぬ，という思いが設計者にみなぎっており，数年前から業界を脅かす存在になり，ついに現在では「最高の画質を得るデッキは三菱ビデオ」というお墨付きが付くまでになっている。

名器S11(¥185,000)は今だに，この価格で，この画質を越えるデッキは現われていない。

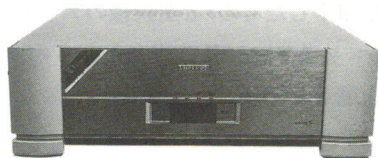
かのV3000(¥250,000)やV7000(¥350,000)は現在得られる最高の画質を提供するもので，高画質マニアの垂ぜんの的となっているデッキである。

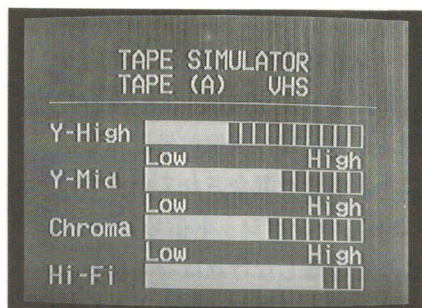
三菱ビデオの良いところは，こうしたマニア用のVシリーズで得た技術をファミリー用のビデオデッキBSシリーズに惜しみなく投入することである。例えば，BS65(¥168,000)，BS63(¥150,000)などはテープシミュレータ機能を搭載しており，やはりこの価格でこの画質を越えるデッキは今のところない，といっても過言ではない。ちなみに，VシリーズとBSシリーズの設計陣は同じである。

今回は，V7000に迫るスーパー高画質デッキV6000(¥250,000，**写真1**)を取り上げたので参考にされたい。

テープシミュレータ

他社のデッキにはない三菱独自の高画質化技術の1つである。テープごとに最適な記録電流を設定して録画する機能である。

通常のビデオでは記録電流の違

〈写真1〉 BSチューナ内蔵S-VHSビデオデッキ三菱HV-V6000

〈写真2〉
テープシミュレータの結果
(あまり特性のよくないテープ)

〈写真3〉
テープシミュレータの結果
(優秀なテープの場合)

いはVHSかS-VHSかで異なるだけで，どこのメーカーのテープでも，ある程度平均的な電流設定で固定になっている。したがって，テープによってはせっかく良い特性を持っているテープでも，それが発揮できないで，そこそこになってしまうのが避けられない実情である。また，悪いテープの場合は最適電流でないことになる。

こういった不都合を一挙に解決するのが，三菱のテープシミュレータ機能である。ただ，テープの良し悪しが一目瞭然でわかるので，テープメーカーからは「いやなことをしてくれる」とシロイ目で見られるようだ。

さて，そのテープシミュレータであるが，原理は「テープの特性をあらかじめ測定して，そのデータをマイクロコンピュータで演算処理して，各補正回路をコントロールし，テープに応じた最適な記録を行う」ものである。具体的にどのくらいの周波数で測定しているのか周波数は発表されてないのでわからないが，私の推測では7 MHz付近，5 MHz付近，3.6 MHz，1.5MHz付近の4ポイントではないかと思われる。輝度信号のサイドバンドの重要な部分，色信号の部分，FM音声の部分だからである。

手続きは簡単である。テープを入れて，テープシミュレータボタンを押して，RECボタンを押すだけである。そうすると自動的に測定が始まって，画面に測定データがバーグラフになって表示される。そのグラフが消えて元の映していた映像が出てくれば完了である。その間数秒である。テープは3種類まで記憶させておくことができるので，よく使うテープはあらかじめ測定して登録しておけばよい。

また，測定しないで録画すると標準的状態で録画される。それでも本機は画質は飛び抜けて良いが，テープシミュレータ機能を使用するほうがさらに画質が良くなる。

写真2にあまり特性のよくないテープの測定結果の画面表示を，また**写真3**にはフジフイルムのダブルコーティングの優秀なテープの結果を示す。いずれも筆者宅のテレビで写したものである(ソニー／クリアビジョン対応倍密テレビKV-29ED2使用)。

テープシミュレータによって最適録画した映像は，ディテールがしっかりして解像度が上がる。三菱電機では，別にテープシミュレータ機能によって解像度を上げるわけではないと説明するが，われわれの感覚では，つまり画像を見る限り，明らかに解像度が上がっている。髪の毛の1本1本がしっかりとするし，芝生や山間(やまあい)のくっきりした映像は素晴らしいの一語に尽きる。ほかのデッキではベタッとするそれらの映像が，本機ではきりっと引き締まって輪郭が立ってくる。

本機でそうやって録画したテープをほかのデッキで再生しても，その傾向は同じで，くっきりした映像になっている。

なかなかほかのメーカーでは採用できない高度な技術であり，機能である。

3次元Y/C分離

ついに25万円のビデオデッキに3次元Y/C分離が搭載された。これだけでもエポックメーキングなことだが，三菱は平然とやってのける。

Y/C分離というのは，Y：輝度信号とC：色信号を分離すること

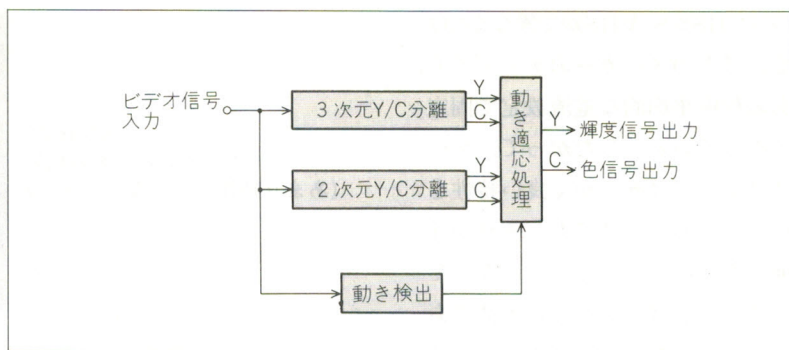
である。ビデオデッキは，VHSもベータも輝度信号と色信号は別々に記録するようになっているので，例えばテレビの映像信号は輝度信号と色信号が混合されているため(これをコンポジット信号という)，これを分離しなければならない。この分離の精度が画質に大きな影響力を持つ。

Y/C分離の方法にはいろんなやり方があり，精度の良さはすぐ価格に跳ね上がる。本機は2次元Y/C分離に加え，ディジタルメモリーによる3次元演算方式も採用した，現在得られる最高の分離方式である(図1)。

【図1】本機のY/C分離

3次元というのは，現在の画像と1枚前の画像の相関を利用して演算するので，平面画像のほか時間軸も加わっているところから付けられた名称である。数学でいう，いわゆる立体を表す3次元ではない。

早い動きの映像と静止画では精度に差が出るので，動き検出型を採用し，さらに映像ソフトに応じて4ポジション選べるようになっている。STD：スタンダードは標準的な設定で，通常はこのポジションで観るとよい。ART：アートは，対談とか絵画観賞とか静止している場面の多い映像に適しているポジションで，もっとも解像度の良い，そしてS/Nが良い(ノイズが少ない)設定である。CINEMA：シネマはアクションの多い，つまり映像の動きが早いシーンの多い映像に適しているポジションである。MANUAL：自分で好みの設定をするポジションである。

クリアビジョンテレビでもまだこのような機能を搭載しているものはない。最先端を行く技術である。

なお，本機は再生時にも，この動き適応3次元処理が利用され，Y-NR(輝度信号ノイズリダクション)が行われている。通常はY-NRを施すと解像度が落ちるのであるが，本機は解像度を落とすことなく，約3dBのS/N改善が達成されている。

コンポジット入力だけでなく，S端子入力にも3次元処理をするようになっている。したがって，MUSE/NTSCコンバータを接続したとき，そのMNコンバータ特有の折り返しノイズによるチラツキがある場合，それを大幅に低減できる。

その他の高画質化技術

三菱ビデオには早くから色再現を高品位化する回路が搭載されているが，本機の新CAI(カラー・アパーチャ・インプルーブメント)もその1つである。色信号の立ち上がりと位相管理を徹底して，色ニジミや色ズレをなくしたものである。細かい絵柄にきちっと色が付くので，きわめて忠実度の高い美しい色彩映像になる。

色信号の低域変換にサブコンバータを使用せずに，ダイレクトに変換する高度な「ダイレクトコンバートクロマ回路」の採用。色ノイズの発生を防止し，色の再現性が一層向上している。

ヘッドは定評のあるΣセンダストヘッド(標準モード)とΛセンダストヘッド(ジャスト19ミクロン/3倍モード)である。Σ：シグマ，Λ：ラムダはヘッドギャップの独特の形状から付けられた名称で，記録密度の高い，そして高周波特性の良いヘッドとして最高級ランクに位置付けられるものである。

消去ヘッドは固定型ではなく，例のフラインスイレースヘッドである。しかもA，B2個付いている。完璧な色ニジミの生じない消去法である。

機能，操作性，その他

122ページの豪華な取扱説明書は非常にわかりやすく書かれており，初めてこういう高級ビデオデッキを使用する人もすぐ使いこなせるように配慮されている。

本機は普通のデッキと異なり，フローティングサスペンションメカという低ジッタ構造をしている精密・高信頼性デッキであるため，運送時には止めネジが底板に付い

ている。これを外してから使用するようになっているが，その辺の説明からして非常に親切に書かれている。

どういう機能があるか，簡単にまとめておこう。

BSチューナ内蔵である。BS分配器やWブースタ，Wデコーダ，BSリレー録画機能，BSモニタなど装備。BSの感度が良く，S/N，画質・音質など，筆者宅にある5～6台のBSチューナのどれよりも優れていた。

Gコード・ビデオプラスが内蔵されている。

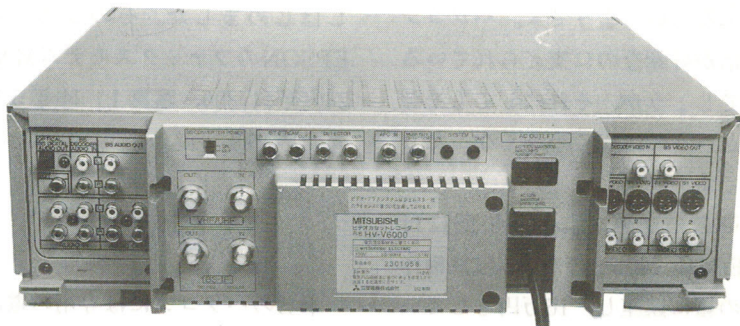
ワイドテレビ対応である。ハイビジョン放送のフルモードを自動検知して識別信号を記録，再生時に出力する。MNコンバータ接続時のリターンS端子付き。

好みの再生画像をクリエイトできるピクチャセレクト機能があり，次のようなポジションがある。シャープネス：画質のシャープさの調整，クロマディレー：輝度信号と色信号の時間ズレを合わせる機能，ティント：色あい調整，カラー：色の濃さ，Yディテール：輝度信号の輪郭調整，Cディテール：色信号の輪郭調整がある。普通は標準設定STDで，また編集時にはEDITにするとよい。あと2つ，メモー1とメモリー2が自分でクリエイトしたものを記録させておくポジションである。

CM自動カット機能，VISS頭出し機能。300倍速超高速早送り巻き戻し。

リモコンも使いやすい。ハイエンドAVマニアに推薦する高級デッキである。

最後に，規格を**表1**に，**写真4**にリアパネルを示しておく。

(窪田　登司)

〈写真4〉HV-V6000の外観

項目	仕様
形名	HV-V6000
電源	AC100V　50/60Hz
消費電力	約51W（タイマーおよび余熱電力12W）
録画方式	色信号低域変換直接記録方式 輝度信号FM方式VHS規格 /S-VHS規格
テープ速度	標準33.35mm/sec 3倍11.12mm/sec
巻戻し，早送り時間	約1分12秒（T-120録画済みテープ使用時）
録画時間	標準　3時間(T-180使用時) 3倍　9時間(T-180使用時)
使用テープ	VHS規格/S-VHS規格 12.7mmカセットテープ
受信チャネル	VHF1～12　UHF13～62 CATV　C13～C38 SHF　BS1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
映像入力	0.5～2.0Vp-p/75Ω
映像出力	1.0Vp-p/75Ω
輝度信号・入/出力	1.0Vp-p/75Ω　(S映像端子)
クロマ信号入／出力	バースト0.286Vp-p/75Ω (S映像端子)
Hi-Fi VHS 音声特性	
周波数特性	20Hz～20kHz
ダイナミックレンジ	90dB以上
ワウ・フラッタ	0.005%以下
チャネルセパレーション	60dB以上
音声入力	ライン－6dBS/50kΩ不平衡
音声出力	ライン－6dBS/ 1kΩ不平衡
検波入／出力	0.67Vp-p75Ω
ビットストリーム入/出力	0.5Vp-p75Ω
BS-IF入力	75Ω/コンバータ用電源出力
BS-IF出力	75Ω
RF出力	なし
許容動作温度	5～40℃
許容湿度	80%最大
外形寸法(mm)	425W×129H×463D
重量	13kg

【表1】HV-V6000の主な仕様

製品レポート PICK-UP

EPSONのファックスモデム MX-240

エプソン

景気の低迷でパソコン市場が「ちょっと一服」する中で，モデムだけは年率20～30%の安定した伸びを示しているようです。パソコン通信が好調なのに支えられているのでしょうが，それにしてもモデムというのは安く小さくなったものです。

筆者の記憶では，20年前にはNECの1,200bpsのモデムは鉄板作りの箱に鎮座し，16万円もしていました。それが今では価格は1/4以下に，通信速度は2倍になり，MNPというデータ圧縮・エラー訂正機能も付加された結果，コストパフォーマンスは(物価上昇も考慮すると)20年間で100倍になったのではないかと思われるほどです。

重量や容積は当時の諸元が手もとにないのでわかりませんが，1桁以上は改善されていることでしょう。

最近ではこのようなモデムに，さらに9,600bpsのG3規格対応のファックス機能が付いたものが登場しはじめました。そのひとつがEPSONのファックスモデムMX-240(¥44,800，**写真1**，昨年5月発売)です。

2イン1（ツーインワン）

筆者のパソコンには専用の電話回線を引き込んであり，モデム，パソコンファックス，キャプテン端末，それにでんたきボードというのを接続しています。

それぞれが別々の機器であるために，電話回線切り替えにホームターミナル(家庭版電話交換機みたいなもの)を導入しましたし，使用するときには電源スイッチを入れ直したり，RS-232Cポートを切り替えたりもしなければならず，ややこしいったらありゃあしません。

仕方なくアプリケーションソフトを切り替えたときに，連動して自動的にスイッチングする装置を自作しましたが，全部をワンセットにしてくれた製品があると，そういうことをする必要もなくて大助かりです。

ここで紹介するファックスモデムMX-240は，そのような要望を半分ほど満たしてくれます。パソコンファックスとモデムがワンセットになって，¥44,800とはお買い得！という感覚もありますが，置き場所をとらないとか，スイッチ切り替えの面倒さを少しでも軽減

〈写真1〉EPSONのファックスモデムMX-240の外観

［ファックスモード］
- G3規格に対応
  9,600bpsの通信速度
- 拡張ATコマンドの採用
  EIA-578勧告(Class1) に準拠
  国内で初めて
- きれいなファックスの出力(注)
  データ劣化のない鮮明なファックス出力
  プリントアウトの手間を省略
- 受信原稿の編集(注)
  受信した原稿は編集・再送信が可能
- プリンタの代役(注)
  ファックスをプリンタの代用に
  リモートプリンティング(遠隔印刷)に

(注)アプリケーションソフト(STARFAX)による

［モデムモード］
- CCITT V. 42/V. 42bis
  2,400bps MNPクラス5/10対応
- CCITT, Bell両通信規格に準拠
- ヘイズ社のATコマンドに準拠
- 9,600bpsまで対応できる
  データフローコントロール機能
- 通信先の速度に自動対応する
  フォールバック機能を装備
- 手動でも発信できるダムモード機能を搭載
- 不揮発性RAMによる通信パラメータの記憶
- 電話回線と専用回線に対応
- 同期/非同期通信モードに対応
- コンパクトボディとモニタ機能の搭載

【表1】MX-240の特徴

してくれるのも，筆者にはメリットになるわけです。

さて製品レポートですが，MX-240の特徴は**表1**を見ていただくとして，今ではモデムやパソコンファックスについては多くの人が知っていることなので，ここではカタログやマニュアルにない点を紹介したいと思います。

規格が軽量小型化のブレーキ?

普通モデムを使おうとすると，ディップスイッチがたくさん付いていて，どれをどう操作すればよいのか，面食らいます。例えば筆者の手もとにあるOMRONのMD24FS5やFS7を見ると，24個もあります。マニュアルには設定方法が書いてあるのでしょうが，丹念に読むのはおっくうですし，読んでも解るかなと不安が先行したりすることもあります。

しかし実際には，スイッチの数が多い割にはどこも触らなくても案外，そのままの状態(デフォルト値，工場出荷状態)で使えるものです。事実，筆者が使っている一部のモデムもそうです。

機能が高度になるのはいいのですが，そう使う必要もないスイッチまでもたくさん付けて，ユーザーを困惑させるのは考えものです。

その点ではMX-240はディップスイッチが本体底面に2個あるだけです。しかも通常はデフォルト値のままで使えますから，シンプルで歓迎できます。

軽量コンパクトなのも最近のモデムの傾向です。MX-240は本体重量は約370gで，持ち運びに苦労しません。筆者はかばんに詰めて横浜～大阪間を数回往復しましたが，かさばらず，助かっています。…と言いたいところですが，落し穴がありました。ACアダプタとRS-232Cケーブルです。

後者は規格によって寸法の制約を受けており，いた仕方ない面がありますが，ズングリとして重たいACアダプタは，いつも困りものです。

パソコンから電源がもらえるように，むかしRS-232Cの規格を作るときに電源供給ピンもアサインしてくれていたらよかったのですが。一度規格を作ると，あるところまでは製品や技術の進歩に寄与しますが，それ以降は規格に進歩の足を引っ張られてしまいます。

まいと～く Ver2.0で使うと

さて，MX-240をモデムとして使うときは，通信ソフトが必要です。ここでは手持ちのインターコムの「まいと～く Ver2.0」を利用してみました。

パソコン関連機器では本体(ハード)の価格が手ごろだと思っても，実際に使おうとすると意外とソフトのほうにお金がかかるケースがあります。

モデムがそうだと言うわけではありませんが，ハードの費用だけでは済みません。もっともWTERMのような無償で使えるソフト(フリーソフトウェア)を利用すれば，ソフト代はタダになりますが。

「まいと～く Ver2.0」ではバージョンが旧いので，MX-240を正式サポートしていません(Ver2.1からサポートしている)。

モデムの機種をメニューにあるSR-240ATやSR-240Vなどに設定しても，それなりに動作するものの，MNPやオートパイロット機能がうまく働かないようです。

しかし次のように操作し，条件設定しておくと，うまく使えるようになります。

まずCHANGEコマンドでモデムの機種にはSR-240Vを選択し(画面に表示されるディップスイッチは無視する)，底面のディップスイッチはデフォルト値のままにしておきます。

次に「まいと～く Ver2.0」のパラメータファイル(MYTALKV2.PRM)の内容を**表2**のように書き替えるのです。書き替えが終わったら保存操作(「通信パラメータの設定」で「起動初期値として登録」を選ぶ)をし，MX-240も電源を入れ直す必要があります。

こうするとMX-240をMNP5(またはMNP10)対応の2,400bpsモデムとして使えるようになります。

ログインしたときやログアウトしたときに画面に出るメッセージはOMRONのモデムの場合と違いますが，特に問題もなく順調に使

```
__075_$"'!!!_!
MX-240
AT&C1&D2E0X4Y0M1Q0V1%C0'ATS0=0S7=255S9=10S10=15'
AT&Q4¥Q3¥V1'
AT&Q0¥Q0¥V0'
```

※注意　パラメータファイルの1行目の「_」は，半角スペースを意味する。

【表2】パラメータファイル(MYTALKV2.PRM)の内容

えたことをお伝えしておきます。

STARFAXで使うと

次はパソコンファックスとしての使用です。

これにはメガソフトのパソコンファックスソフト「STARFAX Ver2.1」(¥30,000，**写真2**)で使う想定になっており，ここでもソフトの費用が別途必要になります。

あまり投資をしないでパソコンからファックスを打つのには，PC-VANなどを利用する手があります。しかしこの場合には，送れる情報がテキストデータ(文字データ)に制限されてしまいます。

パソコンで作成した図表や絵や回路図などをそのまま送ろうとすると，やはりここで紹介する方法に限られるでしょう。

サンプルを**図1**に掲げておきましたので，ご覧ください。

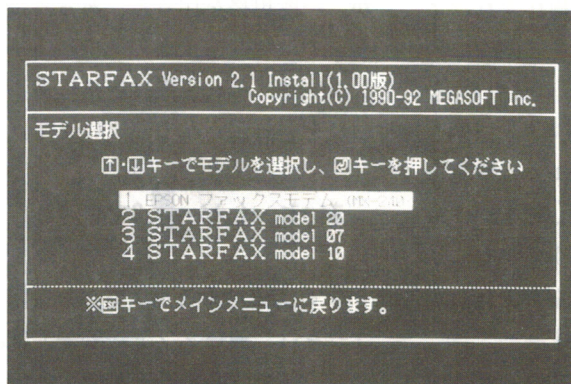
いったん紙に印刷する手間が省けパソコンから直接電送できますから，速くて鮮明なのが特徴と言えましょう。

プリンタに印刷する代わりに相手のファックスに印刷するみたいなものです。筆者などは年賀状をこれで送ることが増えましたし，プリンタを買わずに印刷はファックスにしている人も出てきているようです。

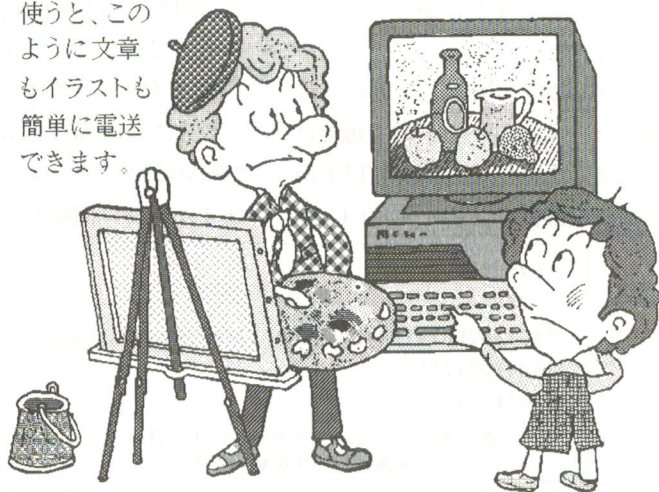
図表などを電送するのには，プリンタエミュレータで送信ファイルを作らねばなりませんが，そのためには多少の小細工をしなければならないケースがあります。

例えばOrCADで作った図面をファックスで送るときは，次のようなファイル変換がいります。

```
PRINTALL AA.SCH AA.PRN
BIDX AA.PRN
BIDP AA
CPRN AA.PR
```

(注)CPRNを実行する前にプリンタエミュレータを組み込んでおくと，送信ファイルが作られます。

〈写真2〉
メガソフトの
パソコン
ファックスソフト
STAR FAX

ここに示した図（実物大）は、実際に電送してみたサンプルです。この文章はテキストデータ（文字）で下のイラストはイメージデータ（図画）となっています。どちらもプリンタエミュレータを使って送信ファイルを作成しました。

EPSON のファックスモデム MX-240 と
メガソフト のパソコンFAXソフトSTARFAXVer 2.1 を
使うと、この
ように文章
もイラストも
簡単に電送
できます。

【図1】
イメージデータの
電送見本(実物大)

パソコンファックスは送信にはこのように重宝なのですが，受信は不便で，この点ではあまり実用にならないように思います。受信機能はあっても，いつ来るかわからないファックスのために，パソコンをファックス受信状態に常時スタンバイさせておくわけにはいきませんから。

ファックスの受信に普通のファックスは必需で，筆者もパソコンファックスとは別にこれを持っています。紙に書いた情報を送るのに必要ということもありますが，受信はもっぱらこれに頼らざるを得ないからです。家庭向きの廉価なファックスがもっと普及すれば，こうした受信のことを必配する必要もなくなるでしょうが。

気が付いたこと

MX-240をSTARFAXと組み合わせた上での使用感を書いておきましょう。

全般的にスムーズに使え，違和感がありません。難しい設定がなく，操作性や使い勝手も良好です。

ただいくつかの要望や？？と思う点がありました。ほとんどが，STARFAXのソフトの話になりますが。

まず取り扱える送信原稿のサイズですが，A４だけに限定されているのは，ちょっともの足りません。B４サイズまで対応できていればよかったのですが。

ファンクションキーｆ・３（表示）で「全画面表示」を選ぶと，送信原稿が画面に試し表示されますが，EPSONのPC-286USパソコンではどういうわけか，画面の右，もしくは左に偏って表示されることがあります（再表示させると直る）。PC-9801RA21（CPUをサイリックスの486に入れ替えてある）では，まったくそういうことがなく大丈夫でしたが。

しかし一方で同じRA21を使うと，テンプレートの表示がおかしくなる（欠ける）ときがあります（**写真３**参照，ファンクションの機能はOK）。

同様にCPUを取り替えたRA21では，ｆ・３により送信原稿の「全画面表示」をするとスクロールが速すぎ，スペースキーで画面を一時停止するタイミングを見計らうのが難しい状態になります。

またプリンタエミュレータを使って送信ファイルを作成するとき，ディスクが途中で一杯になると，いったんプリンタエミュレータを解除し，再度組み込まないとダメ（うまくいかない）でした。さらにプリンタエミュレータで同じ送信ファイルに追加書きをすると，ページカットの位置がおかしくなるケースもありました。

拡張ATコマンド

まあ，こうしたソフト上の問題は多少あるにしても，MX-240を第一号にこれからのファックスモデムには期待が持てます。

というのは，これまでファックスモデムは各社まちまちの仕様であったことから，それを使うアプリケーションソフトが現れず，ファックスモデムの普及の足を引っ張ってきました。

ところがMX-240は米国で標準となっているクラス１規格（EIA-578勧告による拡張ATコマンド）を国内で初めて採用し，モデムと同じ感覚で使えるようになったのです。

そのためこれが引金となり，これまでのモデムのように各社から同じ企画の製品が相次いだり，いくつかのアプリケーションソフトの登場も予想され，応用範囲が広がりそうな雰囲気になってきています。

ファックスモデムの伝道師をめざすというEPSONのねらいどおり，MX-240がその露払い役を果たすかどうか，楽しみなわけです。

（逆瀬川 皓一朗）

```
STARFAX                                              11/24 21:44:59
原稿ファイル            3個    パス = F:¥*.JXW
  1    DIGITAL.JXW            ANSIN1   JXW    5484  92-10-25  7:11
  2    IODATA.JXW             BASICSMP JXW   11565  91-09-16 15:06
  3    BLASHUP.JXW            BLASHUP  JXW   11410  92-08-05 22:16
  4                           CHAPT01  JXW   22321  92-07-27 23:41
  5                           CHAPT09A JXW   40663  92-07-23 16:36
  6                           CONCENT  JXW   12748  91-09-13 23:56
  7                           DIGITAL  JXW     283  92-09-26 23:48
  8                           DYNACAD2 JXW    7897  91-06-23 12:00
  9                           ELESHOW  JXW    6456  91-10-05 19:16
 10                           ELEXAMP  JXW   37986  92-11-06  7:54
 11                           FESTIVAL JXW    3647  90-07-31  0:06
 12                           IODATA   JXW   10091  91-10-12 11:13
 13                           IPPUK32A JXW     599  92-07-08  6:45
T:ファイルの表示 R:ファイル名変更 INS:ディレクトリ作成 X:プログラム実行 E:ファイルの編集
HOME:電話帳 ↑↓←→:カーソル移動 スペース:ドライブ RET:選択 BS:親ディレクトリ DEL:ファイル削除
```

〈写真３〉
テンプレートの表示が欠ける

新しいエネルギー

太陽光発電

東京電力㈱

新エネルギー開発への取り組み

近年，環境問題への関心が高まるにつれ，貴重な資源を有効に使おうという意識が広まり，エネルギーを供給する立場にある電気事業に対しても，リサイクルや省エネルギーの推進，新エネルギーの開発の面で大きな期待が掛けられるようになってきています。

東京電力は，以前からリサイクル運動を推進し，また省資源・省エネルギーに役立つ数々の諸方策を提案するとともに，環境に優しいエネルギーとして，新エネルギーの研究開発に積極的に取り組んできました。

その中でも，太陽光発電は，

- 発電は無尽蔵ともいえる太陽光で行うため，石油やガスを燃やす必要がまったくなく，環境面でのメリットも大きい。
- 回転機などがないため，システムが簡単で保守が容易。

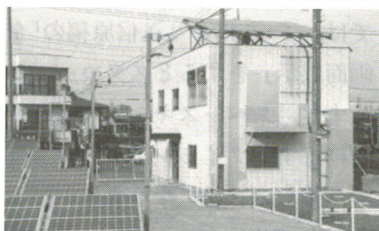
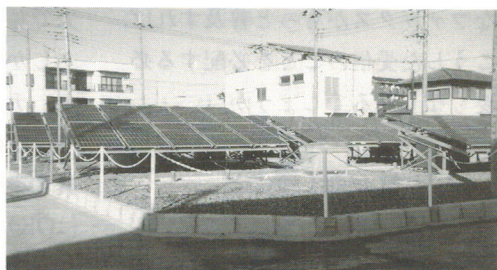
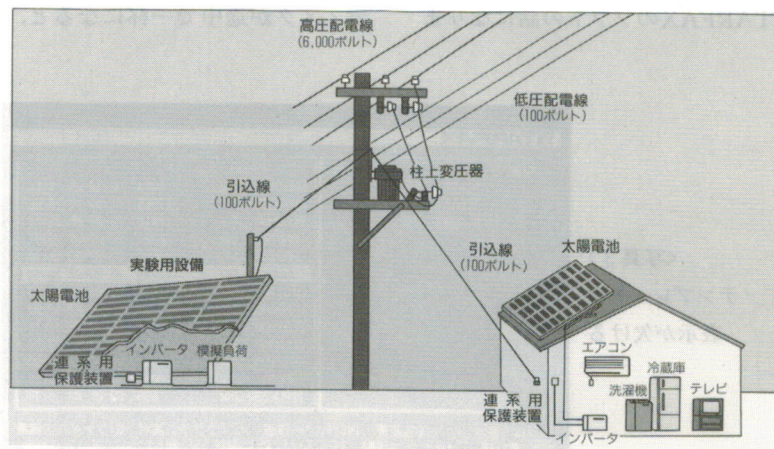
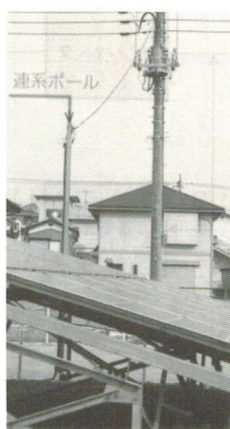
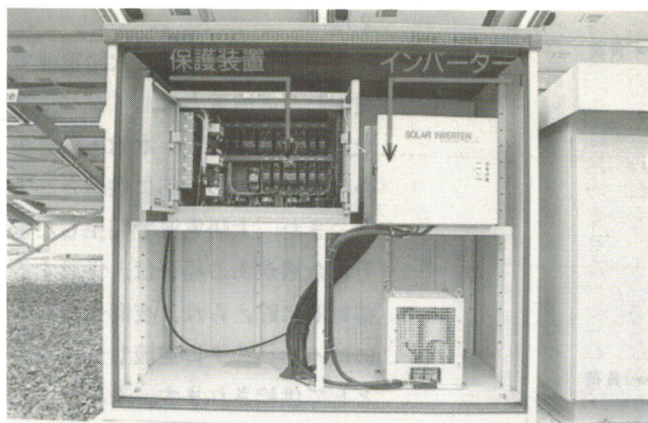
などの長所をもっている反面，

- 雨天，曇天時には発電能力が低下。
- エネルギー密度が低いため(最大で1m²当たり1kW程度)。大電力を得るためには大きな面積が必要。
- 太陽電池からの出力は直流のため，一般家庭用の交流にするにはインバータが必要。

など，実用化にあたっては現状で多くの課題もあるため，精力的に研究開発を進めています。

現状と導入計画

東京電力での太陽光発電の開発としては，昭和54年より技術研究所構内に家庭用(～3kW級)，公共建物用(～100kW級)を想定した試験装置を設置したのを始めとして，昭和55年にはNEDOから受託して出力200kWの実証試験をおこない，共同研究としては愛媛県西条市で，1000kWの設備により長期運転データの収集やコスト，保護システムの検討をおこなうなど，さ

〈写真1〉
浦和太陽光発電試験場

〈写真2〉 実験棟　実験棟の中にテレビ，洗濯機，冷蔵庫などを置き，実際に太陽光発電の電気で動かしている。

【図1】 太陽光発電の系統連系システム

〈写真3〉系統連系保護装置とインバータ　太陽電池で発電した直流の電気を，このインバータで一般家庭で使う交流に変える。

〈写真4〉
配電線と連系ポール　太陽光発電の電気は，このポールを通じて配電線と連系している。配電線は模擬実験用のもの。

まざまな研究を進めてきました。

さらに，太陽光発電について実用技術の向上を図るとともに，その実態について，広くお客さまに理解していただくため，平成3年度から平成7年度までの間に，当社の支店，営業所，PR施設等を中心に470kW程度導入する予定です。

そこで今回は，既に太陽光発電設備を設置した主な設備として浦和試験場と尾瀬東電小屋を紹介します。

● 浦和試験場

当社独自の研究として，埼玉県浦和市西堀において，小規模分散型太陽電池を低圧配電線に連系した実証研究を行っています。

ここでは，系統連系上の課題の把握と分析を行い，お客さまが設置されるシステムについてコンパクト化，実用化およびコストダウンを図るため以下のような研究を行っています(**写真1，2，図1**)。

❶系統連系保護装置，機器制御保護装置の開発(**写真3，4**)

●将来，一般の家庭に太陽光発電システムが普及することを考えて，お客さまの設備や配電線での作業者の安全を確保するために系統連系保護装置を開発検証しています。

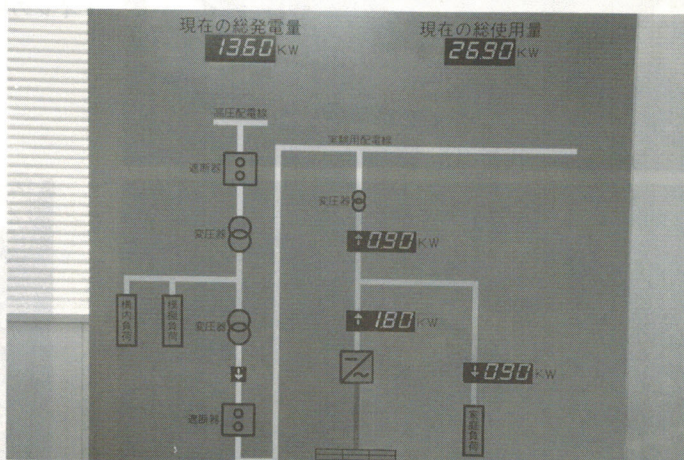
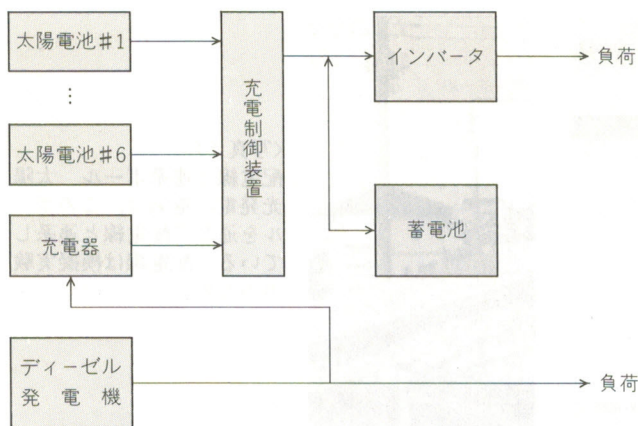
❷インバータのコストダウン研究

●太陽光発電システムは，太陽電池をはじめシステムを構成する装置のコストが高く，一般の家庭に設備するにはいっそうのコストダウンが必要であるため，小型で取扱いが容易で安価なインバータを研究開発して性能の確認を行っています。

❸太陽光発電システムの検証(**写真5**)

●太陽電池の種類別に発電特性がどのように異なるかを確認試験しています。太陽電池アレイは一般の家庭の屋根とほぼ同じ15度の角度で据えつけられており，この状態で一年間を通じてどのくらいの発電量が得られるかを把握し，配電線と連系した状態で通常の場合と事故などが発生した場合に発電システムがどのような動きをするのかを把握する試験を行っています。

主な設備としては，太陽電池容量25kW(最終50kW)で，種類は単結晶10kW(最終20kW)，多結晶13kW(最終26kW)，アモルファス2kW(最終4kW)でインバータ10台

〈写真5〉配電線連系　実験棟では，研究に必要な各種データの収集が行われている。このボードには，試験場設備の総発電量や実験に使われる電気の使用量など，連系の状況がリアルタイムで表示される。

【図２】システム概要図

（最終20台），模擬配電線（変圧器３台，電柱10本）と負荷設備などがあります。

● **尾瀬東電小屋**

尾瀬東電小屋（新潟県北魚沼郡湯之谷村）は，収容人数90人，年間利用者数約９千人の山小屋です。

この山小屋は，尾瀬ヶ原のほぼ中央に位置し，土地等管理業務の拠点および入山者の宿泊施設として使用しています。この山小屋には，環境保全地域における電源として，現在使用しているディーゼル発電機で発電した電気の一部をまかなうために太陽光発電設備を設置しました。

この小屋の電気使用量のピークが午後４時から９時ごろになるため太陽光発電のシステムは，昼間蓄電池に充電し夜間に電気が使用できるように，蓄電池を併設する独立型システムにしています（図

２）。

このシステムでは，太陽電池で発生した直流電力は，インバータで交流に変換され，本館１階を中心に東電小屋の一部に供給されます。また，太陽電池で発生した電力に余裕がある場合は，併設する蓄電池に貯えられ，夜間や曇天時にはインバータに逆流し交流電力として供給されます。

なお，曇天が継続し，蓄電容量が減少した場合には，ディーゼル発電機からバックアップするシステムとしました。

太陽電池パネルは，単結晶シリコン太陽電池で，１枚あたりの出力が47Wのものを200枚使用しています。この太陽光発電システムの最大出力は9.4kWで，この小屋の営業期間である５月から10月は約23kWh/日の発電電力が期待できるため，現在ディーゼル発電している小屋の使用電力量の約２割をまかなう予定です。

また，この地域が日光国立公園の特別保護地区であるために，太陽電池パネルは，景観対策用（パネルセル面が黒色，アルミ枠が茶色）の北アルプス白馬岳でも使用実績のある目立たないものを採用しました。パネル設置場所についても，周辺からの景観をできるだけ損ね

〈写真６〉トイレの屋根

〈写真７〉本館の南側敷地

〈写真８〉浄化槽の側壁

ないように，トイレの屋根や小屋の裏側にあたる本館の南側敷地，浄化槽の側壁の3ヶ所に分けて設置しています(**写真6，7，8**)。

さらに，この一帯は冬季には山小屋を閉鎖しなくてはならないような豪雪地帯なので積雪対策をしており，本館南側に設置しているパネルは反転式(**写真9**)とし積雪や屋根からの落雪等から保護し，浄化槽の側壁に設置したパネルは巻き上げ装置によって任意の角度に調整できるようにして，冬季は浄化槽壁に沿わせ，積雪の影響を避けるように工夫しています。

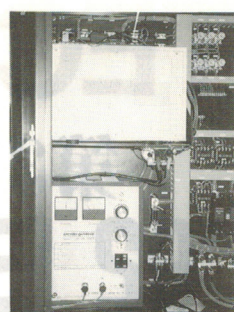
インバータは，出力4kVAのものを使用しており，蓄電池は，1000AHのものを24台設置し，無日照を2.5日としています。これは，このシステムにバックアップの充電器を設置したため無日照日数は，独立型太陽光発電システムとしては比較的小さいものとしています(**写真10**)。

平成4年度には，紹介しました浦和試験場と尾瀬東電小屋の2地点の他に，照明，空調などの一部を賄う事務所用電源，あるいは電気自動車充電用の電源等として合計7か所，約90kW程度設置する予定です。

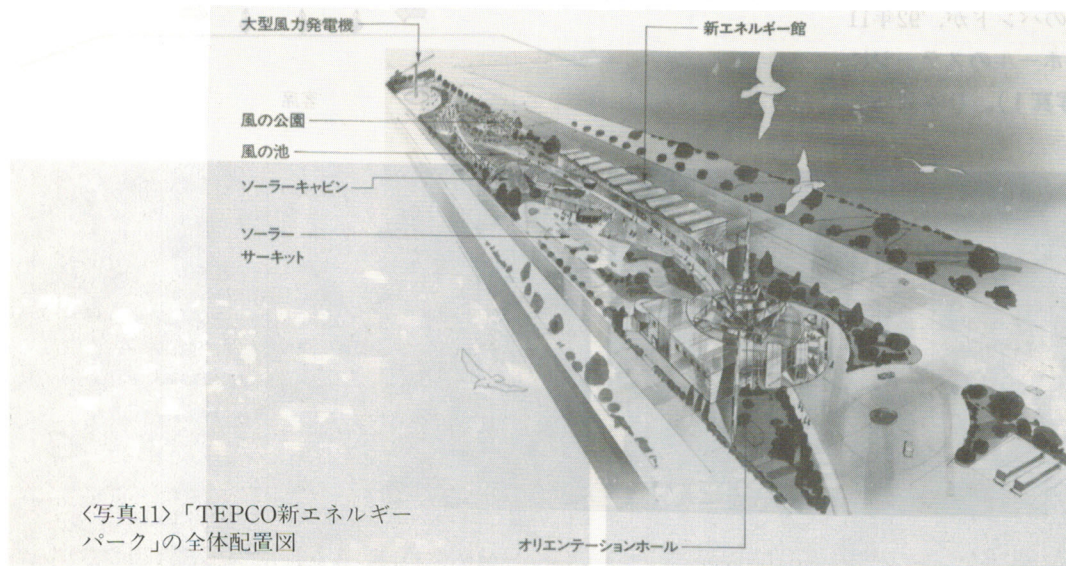
〈写真9〉反転式架台　本館の南側敷地に設置したもので反転式になっている。

〈写真10〉インバータと蓄電池充電器

さらに，平成5年度には，これまでの研究成果を踏まえ，太陽光発電だけでなく風力発電，燃料電池発電の本格的な実用化へ向けて技術面等の知見を習得するとともに，新エネルギーの世界について一般の方が興味をもって楽しみながら理解できる施設として，富津火力発電所の構内に「TEPCO新エネルギーパーク」(仮称)を設置する予定です(**写真11**)。

今後の課題

太陽光発電等の新エネルギーは，環境問題や限られたエネルギー資源の有効活用等の面で優れていますが現時点で実用化を考えた場合，さまざまの課題や限界があることも事実であり，イニシャルコスト，エネルギー密度等の経済性の向上，長期安定運転などの耐久性の向上，電力系統と接続した場合の逆潮流等の技術的問題点の解決等は，実用化の上で不可欠であります。

当社は先に述べた実用化試験等を通じてこれらの問題点を解決していくとともに，新エネルギーの役割を明確にしてゆきたいと考えております。

(営業開発部　エネルギー未来開発センター)

〈写真11〉「TEPCO新エネルギーパーク」の全体配置図

TECHNICAL REPORT

NHKテクニカルリポート
放送の現場に生かす番組技術

第3回全日本勝ち抜きロック選手権
'92 BSヤングバトル制作記

鈴木　勇一

ヤングバトルとは？

音楽の甲子園，BSヤングバトル。それは若者が，ロックで自らを表現し，その生きざまやメッセージをステージに画面に思いきりぶっつける〝がむしゃら〟な若者たちの音楽イベント。今年で3回目を数えます。

'92年4月のテープ審査から始まるこの全日本勝ち抜きロック選手権は，今年は3,007バンドが参加しました。

全国15ブロックで，テープ審査に残ったバンドによるブロック大会が行われ，その模様もNHK衛星第2で放送されてきました。

そして各ブロック大会を勝ち抜いてきた18組のバンドが，'92年11月8日，NHKホールのステージに立ちました(**写真1**)。日本列島を吹き抜けてきた熱い風が集結した，全国大会の熱気あふれるステージをそのまま全国に生放送しました。

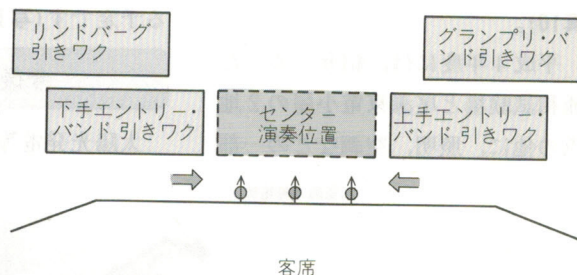
この日のNHKホールの副調整室の模様を中心に紹介します。

生放送を支えるステージング

各ブロック大会は，各地のNHKの制作技術者が地区ごとに熱い風を伝えるべく放送してきましたが，この全国大会を支えるイベントスタッフは各地の会場を回り，そのノウハウをこのNHKホールに集約して生放送に備えてくれました。

ステージでは，大きな2つのバンド引きワクが上手下手に置かれ，素早く各バンドの機材に乗せ代えるなど，短時間の転換作業で生放送に対応しました。

このほかに，グランプリ・バンドの引きワクとゲストバンドであるリンドバーグの引きワクが，上手下手のステージの奥に控えています。エントリー・バンドのステージ前面のボーカルマイクは，上手下手共用となります(**図1，写真**

【図1】
ステージプラン図

〈写真1〉BSヤングバトル

〈写真2〉ステージ例

2)。

SR(場内拡声)システム

NHKの公開番組でも実績のある東京サウンドシステムのスピーカシステムズが，片側3セットづつ組まれて熱いステージとともに3,000人のオーディエンス(観客)を盛りあげます。

SRコンソールは，40チャネルのコンソールが2台と司会などのMC用サブコンソール1台が使用されました。

また，ステージモニタは上手下手に1組づつ組まれています。このことからもわかりますようにマイク回線は，上手のBエントリー・バンド引きワクとグランプリ・バンド引きワク，そして下手のAエントリー・バンド引きワクとリンドバーグの引きワクが，それぞれ共通の回線となっています(**図2**)。

NHKホール副調音声卓

副調音声卓は，2台の大型コンソールによって構成されます(**写真3，図3**)。

これは，レコーディングスタジオなどでも実績のあるNeve社のV60シリーズの60チャネルコンソールと，NHKホールカスタムとなるタムラ製の48チャネルコンソール，このコンソールはさらに48のサブインプットを備えています。

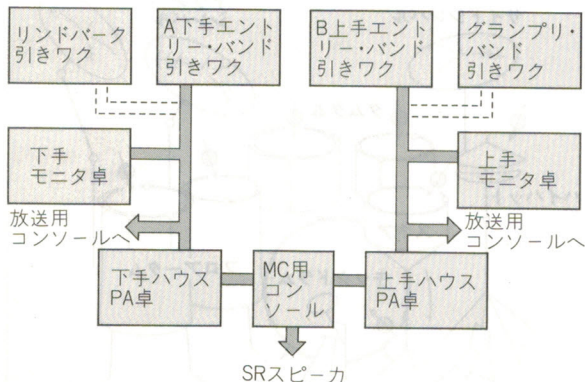
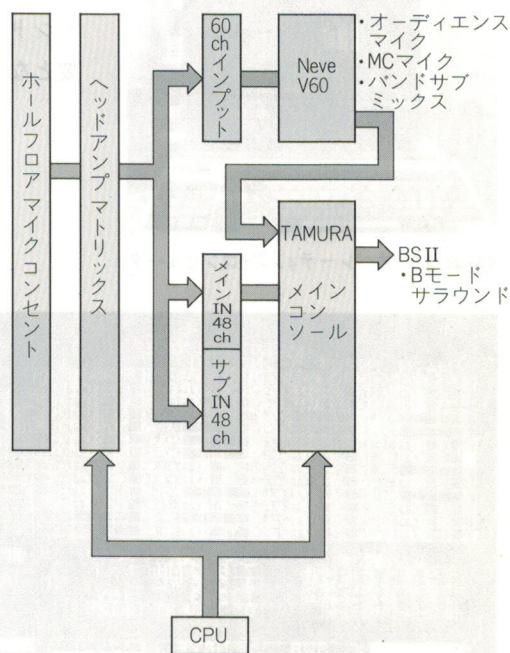
この副調音声システムの特長は，コンピュータで制御するヘッドアンプ・ゲインコントロールとチャネル割当回線マトリックスから構成されていることです。

すなわち，ステージにコネクションされたマイクは，コンピュータ画面上において，コンソールの任意のチャネルに割り当てて立ち上げることができます。

また，同時にマイクの感度を調整するためのヘッドアンプのゲインもコントロールすることができます。

出場するバンドそれぞれの場面を設定することにより，全く違ったステージ上のマイクプランを瞬時にプリセットすることが可能です。

さらに，メインコンソールボード上のイコライザやフィルタ，リバーブセンドのスイッチ，そして

【図3】
NHKホール
副調構成図

【図2】マイク回線構成図

〈写真3〉NHKホールの副調整卓

48本の各フェーダはその位置情報がイベントとして登録され，本番時にはコンピュータの制御により，たくさんのプリセット場面が瞬時に再現されます(**写真4，5，6，7**)。

ロックバンドのミキシング

ここで，簡単にロックバンドのキミシングについて触れておきます。

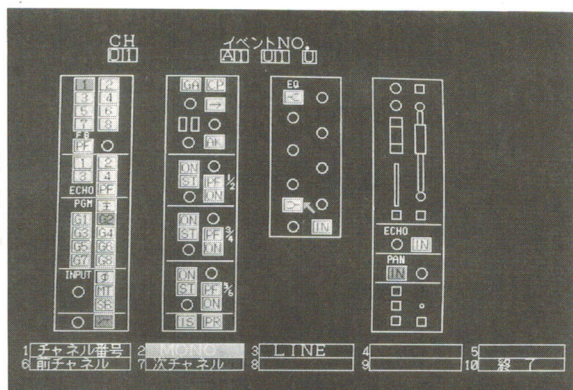
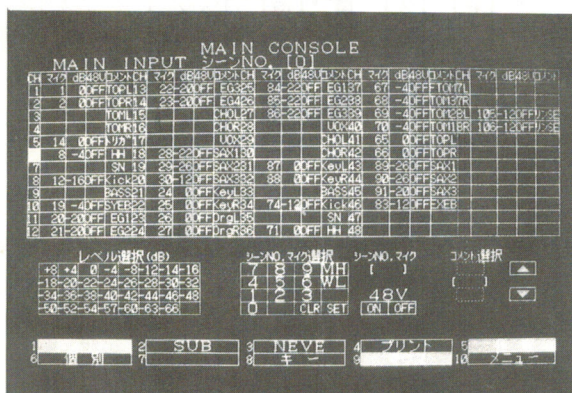
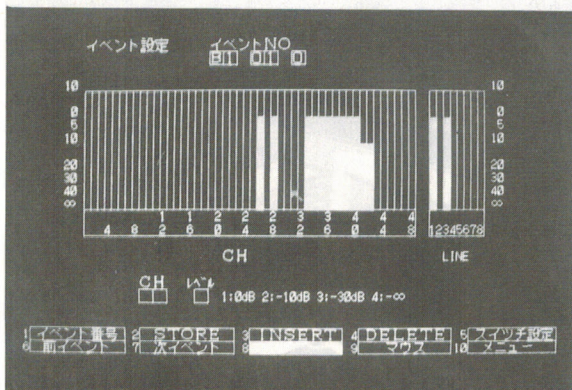
〈写真4〉オペレーティング・コンピュータ

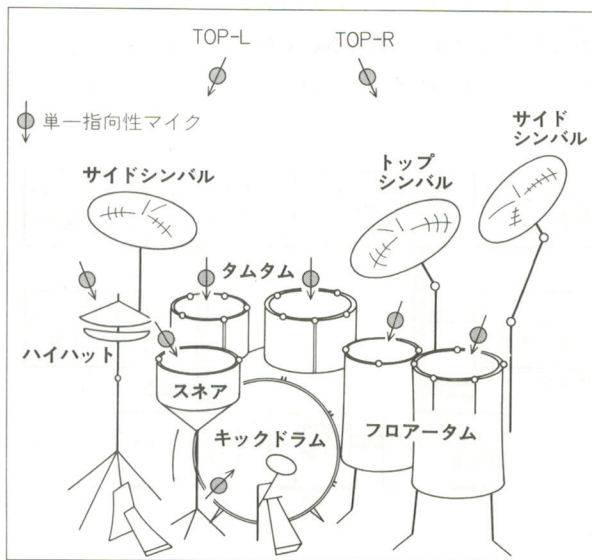
ロックのように，リズム楽器とメロディ楽器が一体となってすべてのサウンドが立っている音楽を収音するには，各楽器をオンマイクで収音することが必要となります。

ドラムスにおいては，ドラムを構成する各パーツ，すなはちキックドラム，スネアドラムなどにおのおのマイクがセッティングされます(**図4**)。スタンダードな，ボーカル1人，ドラムス1人，ベース1人，ギター1人の4人編成のバンドでも10本以上のマイクが必要となります。

各マイクのゲインや音色を加工し，さらにリバーブやそのほかエフェクト処理をするのが，ミクサの主な役割となります。

ロック音楽を表現するには，その音楽の構成上またエレクトリック楽器を使うため，ミクサによってそのサウンドが大きく変化することになってしまいます。

今回のようなイベントでは，各バンドの持つ音楽スタイルと表現を的確につかんでミキシングをしなくてはなりません。しかし音楽コンテストであるため，プレーヤの演奏を忠実に伝えるための基本

〈写真5〉回線マトリックス画面

〈写真6〉フェーダ位置情報イベント画面

〈写真7〉スイッチ情報のイベント画面

【図4】ドラムセットのマルチマイク収音

となる部分は大きく変えることはできません。

実際のミキシング

ステージプランにともなって，メインとなるコンソールを上手下手引きワク用に2分割します。

各引きワクの最大マイク数を，インプットできるようにコンソールプランを作ります。

各バンドについて，必要なマイクのフェーダのみを立ち上げることによりミキシングします。

このフェーダバランスでサウンドバランスをとり，同時に各チャネルから8系統のエフェクタに送り，より一層音楽効果を高めます。このエフェクタは，ボーカル用のリバーブを始めとし6種類のリバーブと2台のディレイマシンとコンソールのスイッチのオンオフによって，チョイスすることでプリセットの時間の短縮につながります。

さて，実際の流れを追って説明しましょう。

各バンドのリハーサル時に，フェーダバランスやリバーブの種類など入念にセレクトし調整していきます。

リハーサル終了時に各場面をイベント登録することで，コンソルーのスイッチ情報とフェーダの位置情報がコンピュータに記憶されます。各バンドごとにこの作業を繰り返し，出場18バンドの各プリセットが登録されます。

この情報を本番時に読みだしていくことで，複雑なプリセットが次々に再現されていくため，よりきめ細かなミキシングに専念できるのです(**写真8**)。

ホールサラウンドとロック

NHKホールでは，紅白歌合戦を始め数多くのサラウンド番組を放送していますが，このヤングバトルも昨年に引き続きサラウンドで放送しました。

ライブ番組では，家庭にそのホールの空間を提供するため，サラウンドでは大きな効果を得ることができます。視聴者を包み込むホールの響き，熱いオーディエンスの盛り上がりを伝えることができます。

さらに，ギターやボーカルのエフェクト処理を後方に位置させることにより，会場でライブを見るよりももっとアクティブな音響空間を創作しています。

おわりに

今回，3時間30分におよぶ生放送もトラブルもなく無事終了しました。たくさんのスタッフに支えられ，若者のがむしゃらな姿と熱気が全国を吹き抜けました(**写真9**)。

すでに，このヤングバトルからメジャーにデビューしていったバンドも幾組かいます。

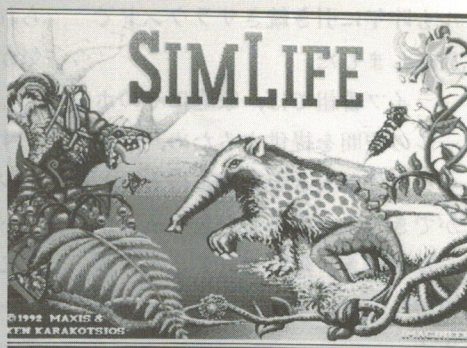
この放送を見て次回は自分もステージに立ちたいと思うような若者が増え，さらに大きなイベントとして発展して行くように，われわれスタッフも次回に向け頑張っています。

(NHK放送技術局
制作技術センター　音声)

〈写真8〉
ミキシング中の筆者

〈写真9〉BSヤングバトルエンディング

マルチメディアゲーム

小林 直樹

『SIM LIFE』
イマジニア

マッキントッシュ対応/日本語版

『シムシティー』,『シムアース』,『シムアント』と発売されてきた米マキシス社のシミュレーションシリーズの最新日本語版がこの『シムライフ』(イマジニア，12,800円)だ。

環境や生態系をデザインすることによって，植物と動物による独自の世界を作り出すことができる。コントロールできるのは，地形の変化や降水量，気温などのほか，動植物の配置やさらには種の遺伝子の操作までも可能にしている。

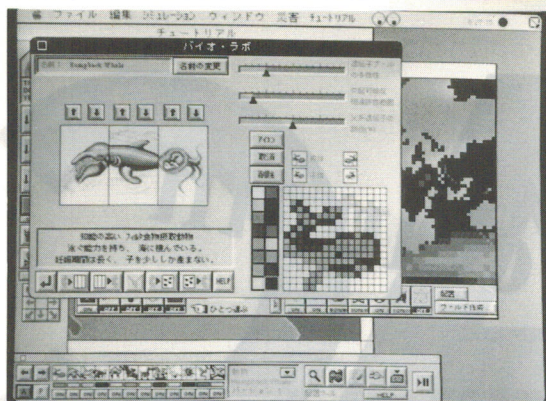
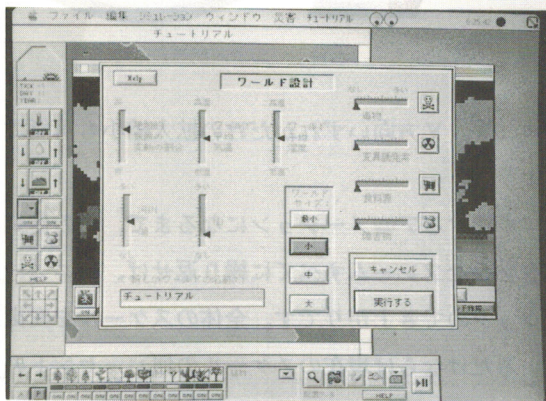
ゲームとしての楽しみ方のほかにエコロジーを学ぶ研究室としての楽しみ方がある。つまり，ゲームをシナリオに沿ってプレイするだけでなく，動植物の生態系内での関連についての実験や，進化についての理論の研究などを行うことができるほか，地上に適応するような新しい種のデザインを行うことができる。

すべての生命は，土地，気候，物理的な災害，そしてほかの生命体などの外部の環境による影響を受ける。また，生命体は各自が遺伝子を持つ。

ゲームを開始するとまず初めに地形が形成される。これには山や川，湖のほかに気温の分布や降水量，地層の深さなどが設定される。当然こうした設定は生物の進化に深く影響を与えることになる。

主な操作は編集ウインドウというウインドウにあるアイコンとダッシュボードと呼ぶアイコンのかたまりで行われる。ダッシュボードにはすべての動植物の一覧が表示されている。それぞれのアイコンをクリックすることによって種族を選択し，マップの中に配置することができる。これがもっとも基本的な種の配置のしかただ。環境に適合した種族は時間とともに成長をはじめる。

植物の場合，気温や降水量とともに土壌の深さが問題となってくる。砂漠に生活できるようなサボテンのような植物以外は土壌がある程度深くないと成長できない。6つあるシナリオのほとんどは初期の土壌が浅いため，初めはサボテンのような種族から成長させ，土壌を変化させていく必要がある。種族の各個体の健康度や食料・水分の摂取量，大きさや年齢なども知ることができる。これによって各動植物がその地域で適応しているかどうかを見ることができる。

マップ上の小さい絵のほかに，動物の頭部，腹部，尾部の3つの部分から構成される全体図を表示することができる。これはその生き物の体型を知るだけでなく，食物，移動方法，適した気候，一度に生まれる子供の数などを絵によって知ることができるようになっている。逆に生き物を新し

特定の種族の遺伝子の内容も一覧できる

世界の設定もアイコンで簡単に

見た目でわかる遺伝子操作の実験モード

く構成する場合，その特徴はこの3つの部分に現れることになる。

さらに細かいデータは遺伝子表示という項目を選ぶことによって表示される。これには，移動の方法，食料源，行動能力，天敵や餌となる動植物，寿命そのほか生き物としての特徴を細かく表示してある。

また，気象に関しても年間を通しての日照時間，降雨量，気温の変化などを自由に変更できる。

オリジナルの動植物を作り出すのも，バイオ・ラボというメニューを選ぶことによって実現できる。バイオ・ラボではまったく初めから生き物をつくるほかに既存の種をたたき台にして新しい種族を編集することもできる。先ほどの3つの部分にカードをめくるようにして新しい特徴を備えたものを配置することができる。

マップのサイズも自由に変更することができるが，広いマップにすると，それぞれの変数の処理のときの計算時間が多くかかるため，ゲームの進行が遅くなる。処理速度の早いパソコンでない場合はなるべく小さい画面で楽しんだほうがいいだろう。

地形や気候などの細かい変更もできるが，全体的に「山の多い地形」とか，「川や湖の多い地形」といったように世界全体の特徴を作り出すことも，ワールド設計のウインドウで設定できる。

これらの設定によって世界がうまく運営されているかどうかをチェックするのが調査ウインドウだ。このウインドウには生物の多様性，個体数，死亡原因，食物連鎖などのさまざまな情報をわかりやすく見ることができる。また，個体全体の遺伝子の分布を見ることもできる。さらには，世界の中での移動コストや食料のとりやすさ，一日の長さなどの物理的な条件を設定することもできる。

彗星の落下や火災，寒波などの自然災害を起こすこともできる。災害は当初は痛手であるが，これが幸いして新しい展開を生むこともある。

世界でいったい何が進化して何が滅んで行こうとしているのか，実在する複雑な自然の生物サイクルを実験的に作り出すことがどれだけ大変かを知ることもできるなど教育的な面も含まれているソフトだ。

株セルシス　川上陽介

前回紹介した『Quick Time』は，ビデオ動画(実写)をコンピュータ上で編集,再生できるようになるメリットがしばしば強調されますが，それと同じくらいにアニメーションがより高速に，滑らかに再生できるというメリットがあります。この動画圧縮技術の進歩はまさに日進月歩で，近い将来あらゆるマルチメディア機器に採用されることになるでしょう。これはアニメーションが今よりさらに重要な表現手法になることを意味します。そこで今回は，手ではなかなか描けない，マッキントッシュを使ったコンピュータならではのアニメーションのいくつかを紹介します。

サイズの変化

もっともシンプルな変形アニメーションは，形状がだんだん大きくなったり，小さくなったりするアニメーションです。これは元素材の画像があれば非常に短時間で制作できます。

大抵の場合，『MacroMindDirector(以下MMD，マクロメディア社)』を利用して作成するのが便利です。スコア上で選択されているキャストは，画面に表示される際にハンドルの付いたボックスが付きます。このハンドルをマウスでドラッグするとドラッグした方向に伸び縮みします。X，Y方向いずれかだけの拡大縮小も可能です。

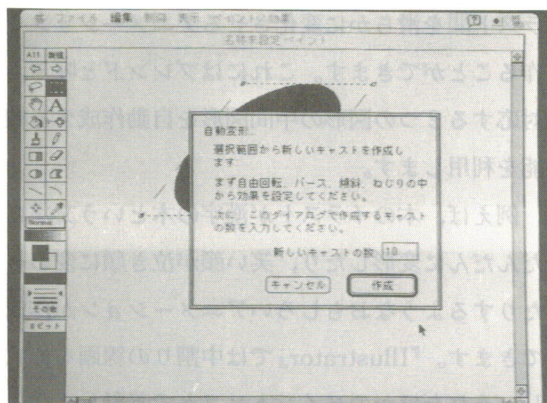
希望するアニメーションになるまで，この作業を必要なフレームすべてに繰り返せば，アニメーションのでき上がりです。全体のスケールを変更するだけならば現在のスケールの何パーセントの大きさにするのかを数値で指定することも可能です。

また,移動アニメーションと同様に,キーフレームでのサイズを設定し，間のフレームを自動的に補間させることもできます。ただし，いずれの方法も形状の変化はX，Y軸に対する拡大縮小だけです。

自動変形

縦に伸びたり，横に縮んだりするアニメーションは以上の方法でできますが，さらに複雑な形状に変化させることもできます。まず,MMDのペイントを利用して回転，傾斜，パース，ねじりなどの変形を元画像にかけます。この画像と元画像との間に自動変形コマンドを利用して任意の数の中間図形を作ることができます。

これはキャストに自動的に登録されるので，スコアに順に並べてやれば，だんだんに変形してゆ

くアニメーションになります。1つのキャストを表示する際に変形させる先の手法に比べて，自動変形コマンドにするとより高速な再生ができます。

MMDの自動変形ウィンドウ

画質の問題

こうした元の形状を変化させてアニメーションさせる場合に気を付けなければならないことは，画質の劣化です。

例えば元の画像を拡大するアニメーションでは，拡大すればするほど，画像は荒れて，ジャギーの目立つ見苦しいものになってしまいます。これを目立たなくする手法をいくつか紹介します。

1つは，当たり前のことですが，一番拡大した画像をオリジナルとして作画しておき，小さくしておいたものを元の大きさに戻すアニメーションを作成する方法です。

しかし，この方法はサイズが変化するアニメーションには有効ですが，それ以外の形状変化にはまったく無意味です。

例えば画像は90度単位で回転させるぶんには劣化しませんが，それ以外の角度ではガタガタになってしまい，見苦しくなります。ねじりなども同様です。これを改善する方法の1つに目の錯覚を利用する方法があります。アニメーションしている間は多少ガタついていても気にならないので，アニメーションの終わりの画像だけをレタッチしてやります。これで大抵の場合は，うまくいくようです。

MMDを利用した，こうした形状変化アニメーションでの根本的な改善方法は，一旦大きなサイズ(例えば2倍)でアニメーションを作成し，そのアニメーションのそれぞれのフレームを外部に書き出し，それをフルカラーで所定のサイズに縮小し(この過程でアンチがかかる)，8ビット化したあと，改めてMMDに読み込むことです。非常に手間のかかる作業ではありますが，どんなアニメーションにも有効です。

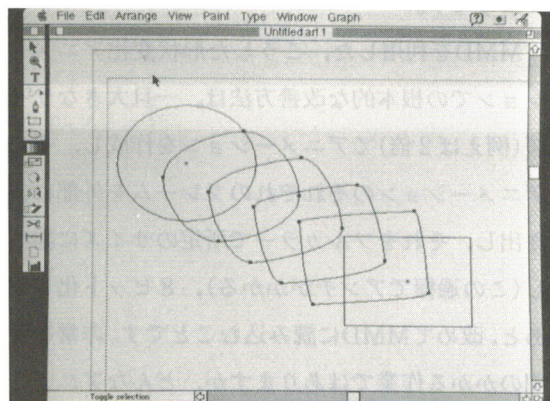
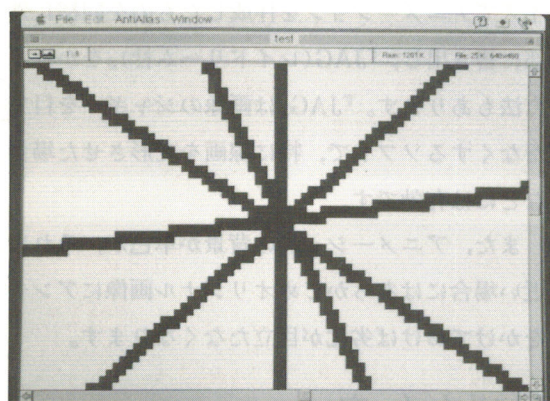
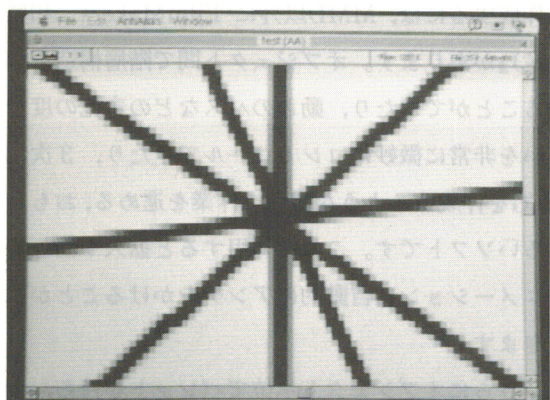
そこまでの手間がかけられなければ，所定のサイズでアニメーションを作成したものを同様に外部に書き出し，『JAG(レイドリーム社)』をかける方法もあります。『JAG』は画像のジャギーを目立たなくするソフトで，特に線画を変形させた場合などには有効です。

また，アニメーションの背景が単色か，それに近い場合にはあらかじめオリジナル画像にアンチをかけておけば劣化が目立たなくなります。

フィルムメーカー

マッキントッシュでこうしたアニメーションを作成するには，MMD以外に『FilmMaker(三和興産)』があります。オブジェクト間で階層構造を作ることができたり，動きのパスなどの変化の度合いを非常に微妙にコントロールできたり，3次元CGを作成するような感覚で作業を進める，おもしろいソフトです。これを利用すると拡大や回転アニメーションに自動的にアンチをかけることができます。

さらにオブジェクト単位でパレットを持ち，合成する際に，自動的に最適な合成パレットを作成

する機能もあります。クオリティを要求される場合，こうしたソフトを利用するのも１つの手です。

Illustratorによる中割り例

JAGをかける前の状態

JAGをかけた後の状態

より複雑な形状変化

『Illustrator（アドビ社）』という線画のイラストを作成するためのソフトを使って２つの異なるイラスト間を滑らかに変化させるアニメーションを作ることができます。これにはブレンドと呼ぶ，対応する２つの図形の中間図形を自動作成する機能を利用します。

例えば，木のイラストが漢字の木という文字にだんだんに変形したり，笑い顔が泣き顔に変わったりするようなおもしろいアニメーションが作成できます。『Illustrator』では中割りの線画を作成し，それをほかのペイントソフトで着彩します。

モーフィング

形状変化アニメーションには，さらにモーフィングと呼ぶ重要な技法があります。これは，２つの画像の間を滑らかにつないで見せるアニメーションです。ビデオのオーバーラップとの根本的な違いは，オーバーラップの中間画像がそれぞれの画像の単なる50パーセントずつの掛け合わせであるのに対し，モーフィングは最初の形状，色がだんだんに変化し，最終的に次の画像になることです。

例えばAとBの顔をモーフィングさせると中間ではAのようであるが，Bのようでもある不思議な別人の顔が出現します。民放テレビのクイズ番組で，タレントの顔が別の誰かの顔に変わってゆき，さあ，誰になるのでしょう？という番組が秋から始まりました。

モーフィングクイズと銘打っていますが，まさにこの手法を利用しています。

こうしたアニメーションをマッキントッシュ上で作成するソフトが『Morph（グリファン社）』です。アニメーションの作成方法は非常に単純です。

まず，2つの画像を読み込ませます。次に2つの画像の対応付けを行います。一方の画像にキーポイントと呼ぶ点を打つと，もう一方の画像にもそれに対応するキーポイントが現れるので，これを対応させたい場所に移動させます。

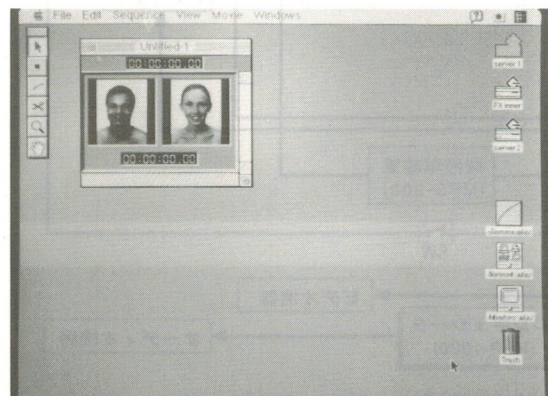
例えばAの顔の左目とBの顔の左目を一対のキーポイントで対応づけるわけです。この作業を繰り返してキーポイントを増やしてゆけばゆくほど，はっきりとしたモーフィングになります。キーポイントが少ないと単なるオーバーラップになってしまいますが，やたらに多ければよいかと言うとそうとも言えず，どこにどのくらいキーポイントを設定するかが重要になります。

まず，輪郭と対応づけたい部分(顔ならば目，鼻，口など)におおまかにキーポイントを設定し，中間画像を確認してみます。モーフイメージウインドと呼ぶウインドにいつでも中間画像を表示することができます。これを見ると輪郭がダブッていたり，うまく対応がとれていないところが一目でわかりますので，次にそこのあたりを重点的に対応づけてゆきます。

何度か中間画像を確認し，そろそろ出来上がりかなというときに，粗くアニメーション化してみます。『Morph』は『Quick Time』でアニメーションを出力することができるので，簡単に結果の確認ができます。『Quick Time』アニメーションを見ると静止画の中間画像だけでは気付かなかった不完全な部分が見えてくるので，そこを修正して完成です。最終的には「PICT」，「PICS」，「Quick Time」のいずれか，使いやすいフォーマットで出力することができます。

MORPHに２人の顔を読み込む

それぞれの対応をポイントで指定する

右のウィンドウに中間イメージを表示

以上のようにマッキントッシュを利用すれば，コンピュータならではの非常におもしろいアニメーションが比較的簡単に作成できます。これらのアニメーションは前回紹介した『Quick Time』を利用すれば，リアルタイムに動かしたり，サウンドを付けたりすることができ，さらに表現の幅を広げることができます。

知・って・得・す・る・パソコン周辺機器

第10回

電源設備

栗原信義

はじめに

このシリーズも10回目となりました。そこで今回は基本に戻って「電源」を取り上げてみました。

実は，パソコンの電源というのは意外に面倒な要素を持っているのです。

パソコンの近くに中波用のAMラジオを置き，放送を聴いているときにパソコンの電源を入れると途端にラジオから盛大なノイズが聞こえます。

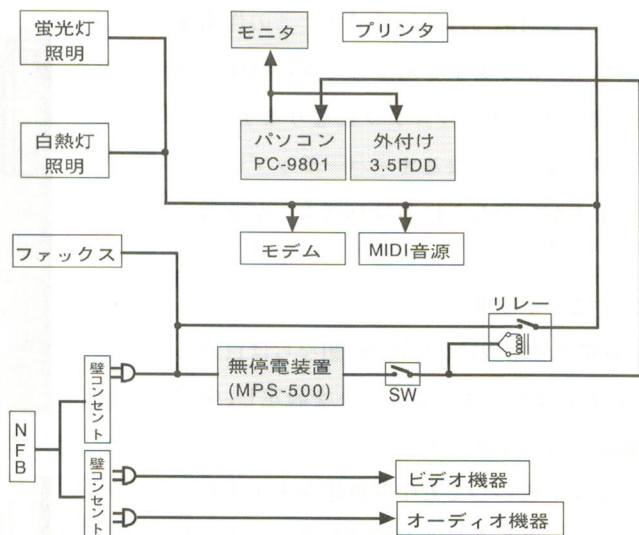
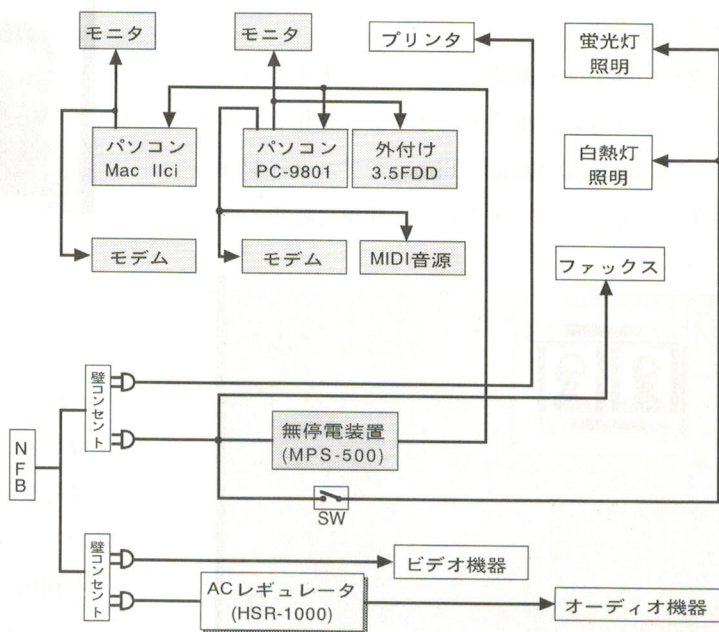
これはパソコンが大きなノイズを出しているからです。

これらのノイズは電源系統などを通して同じ部屋にあるオーディオ機器などにも少なからず影響を与えます。

また，こうしたこととは別に，パソコンを使う立場からは安定に動作することと使い勝手がよいことなどが求められます。

しかし，こうした点を完全に解決するにはたいへんな投資が必要で，家庭ではほとんど不可能といってもよいくらいですが，ここでは少ない投資でできる電源対策を考えてみましょう。

パソコンの電源

図1にあるのは筆者が従来使用していた電源の系統図です。

【図1】筆者の部屋の電源系統(旧タイプ)

【図2】筆者の部屋の電源系統(現在)

この図では24時間動作のファックスを除けば，SW一つでパソコン関連の機器はすべて一括して電源をON-OFFできるようになっていました。

これに対して**図2**は現在のパソコンとその周辺機器の電源系統です。

PC-98だけを使用していたときは電源を一括して入り切りしていたのですが，アップルのマッキントッシュ(以下Macと略)を導入してからは電源系統を変更しました。

その理由はMacの場合，外部で強制的に電源を切るとファイルを壊す恐れが極めて高いからです。

Macは基本的に電源のOFFをソフトウェアで行うようになっているのです。

MacのOS(オペレーティング・システム)は電源を切る命令を受けると，それまでの作業内容(の結果の一部)をディスクに正しく保存し，その後で自分自身が電源を切るように作られています。

このためMacにはPC-98にあるような全面で電源を入り切るするためのスイッチがありません。

PC-98ではこうした仕組みがなく，どの状態からでも，何時でも電源を切ることができます。

この場合，フロッピーディスクやハードディスクにデータを書き込んでいる最中であれば，ほぼ間違いなくそのデータは壊れるし，最悪の場合はディスク中のファイルがすべて使えなくなります。

少し前のハードディスク装置はアクセス中に電源を切るとそれだけでファイルだけでなく，装置そのものが壊れてしまうものも多かったのですが，最近は電源が切られたことを感知してヘッドを退避させ，ディスクを守るように工夫されているものがほとんどで，突然電源を切ってもハードディスクが機械的に壊れることはほとんどありません。

しかし，現在でもPC-98の世界ではついうっかりしてアクセス中に電源を切ったりすれば，ハードウェア以上に大切なデータが一瞬で破壊されることは肝に命じておかなければなりません。

パソコンの上位機種にあたるWS(ワークステーション)などでネットワークにつながっていたり，大きなプログラムを動作させた後で電源を切ろうとすると数分間も待たされることがあります。

すべてのデータの「つじつま」を合わせてディスクにしまい込む動作を行っているからです。

電源を切ればすべての記憶が消滅するメモリーと，ディスクにデータを磁気的に固定する装置を組み合わせて使用しているコンピュータは，メモリー上で行われた操作の結果を「つじつま」を合わせながらディスクに保存するという行為が必ず必要となるのです。

つまり，コンピュータの電源というのは絶対に強制的に切るというようなことをしてはいけないのです。

残念ながらPC-98にはこうした電源への対策がまったく取られていませんので使っている人が責任を持って管理をしなければなりません。

ところで，図1および2の中の網掛けの部分を見ていただくと，これらのセットはいずれも無停電装置から電源が供給されていることがわかります。

無停電装置(**写真1**：サンケンMPS-500)というのは突然電源が供給されなくなった場合，内部で充電していたバッテリから交流の100Vを作り出して機器に供給する

〈写真1〉
サンケンMPS-500
無停電装置(F)

という装置です。

最近は「停電」ということが極めて少なくなったため，家庭ではあまり必要性を感じていないことも確かですが，実は落雷などで数十ミリ秒程度の停電(瞬停と呼ぶ)が生じることは比較的多いのです。

現象としては，電灯などが一瞬暗くなる程度で済んでしまいますが，パソコンを利用中であったりすると致命的な影響を受けることがあります。

それは瞬停によってパソコンがリセット状態になる場合があるからです。

ワープロソフトを使って文字を書いているとき，文字データはパソコン内の半導体メモリーに記憶されているだけです。

書いた文章にファイル名を付けてディスクに保存するまでは，メモリー上にだけデータが存在します。こうした状態のときに落雷などによって瞬停が発生し，パソコンがリセット状態になるとそれまでに書いたデータは一瞬で消え去ってしまいます。

数時間もかけて書いた文章が一瞬で消滅する悲劇は，味わった人でないとなかなか実感としては理解できないかもしれません。

また，瞬停でなくてもパソコンの電源を取っている壁のコンセントを間違って抜いてしまうといったことは皆無ではないでしょう。

こうしたさまざまなトラブルからパソコンを守ってくれるのが無停電装置というわけです。

筆者が利用している製品は，すでに4～5年前に購入したもので，最近ではバッテリの寿命がきたのか，電源供給能力が極端に落ちてしまいました。

バッテリは3年程度で交換する必要があります。

ところで，図2の中のプリンタだけはほかのパソコン関連機器と違って，単独で壁のコンセントから電源を取っています。

これは，新規に導入したプリンタ(キヤノンのLBP-B406Eレーザプリンタ)を他のパソコン機器と同じコンセントから取ると，時々モニタの画面の輝度がフラつくことがあったためです。

レーザプリンタは待機時と動作時，そして最大消費時の必要電力が大幅に違います。

筆者が利用している製品では，

待機時→ 80W

動作時→270W

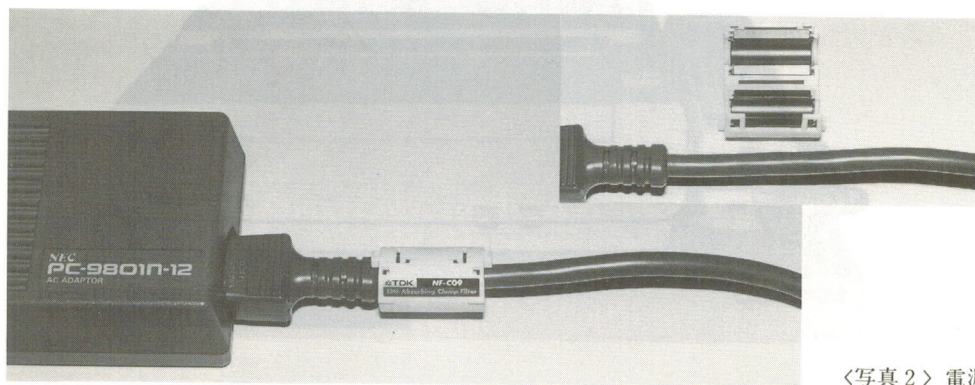
最大時→950W

となっています。

最大消費時の約1kWという電力はかなりのものですが，これはトナーを紙に定着するローラを電熱器で常に一定温度に保つ仕組みが入っているため，時々大量の電力を消費するためと思われます。

こうした熱源を内部に持つこともあってか，レーザプリンタは空冷用のファンがかなり騒音を発しています。

筆者は人一倍こうしたノイズが嫌いな性分であるため，現状ではプリンタは必要な時にだけ電源を入れるようにしています。

以上のように電源の取り方，つまり電源系統をどのように構成するかという問題は，家庭などではあまり真剣には考えないものですが，パソコンを業務レベルでも使用するような場合にはかなり綿密に考えておかなければなりません。

〈写真2〉電源ノイズフィルタ

ノイズ対策

さて，ノイズの中でも電気的なノイズはAMラジオの例を出すまでもなく，受ける側にとって大きな問題となる場合があります。

筆者の部屋にはパソコンとA/Vシステムが同居していますが，このような場合，特にオーディオシステムに重大な影響を及ぼすことがあります。

電気的なノイズはパソコンなどのディジタル機器はもちろん，オーディオシステムそのものであるCDやDATなどのディジタルオーディオ機器からも発生しますが，こちらはさすがにノイズ対策が進んでいて，それほど大きなノイズを発生することはありません。

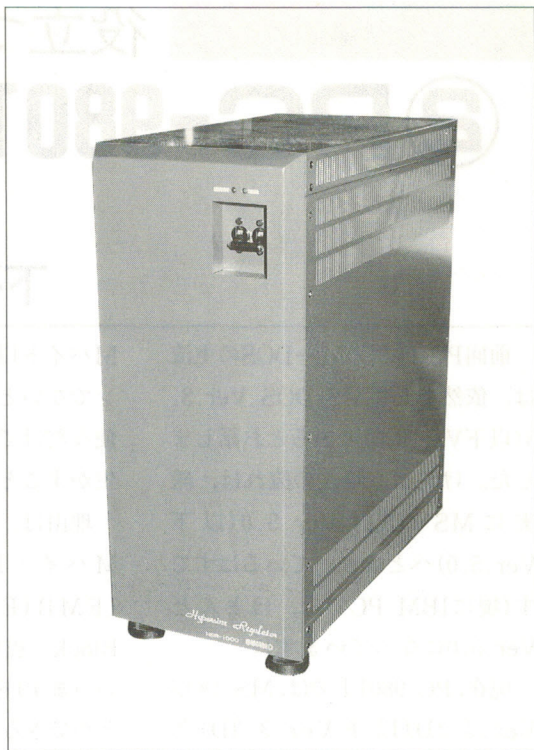
といっても皆無ではないため，アナログ機器(アンプ)などと同じコンセントから電源をとることは避けた方が良いでしょう。

そして少なくとも**写真2**にあるようなノイズを吸収するパーツを使って相互の影響を少なくするなどの対策が必要です。

このパーツ(TDK：電源ノイズフィルタ)は機器内で発生したノイズが，電源コードを伝わって外部に出ようとするとフェライトで作られたコアがノイズ(主に高周波成分)を吸収してしまう働きをします。

アップル社純正のモニタケーブルなどでは，ケーブル両端のコネクタの根本にこのノイズ吸収用フィルタが取り付けられています。

これなどは，外部へのノイズ放射に対して厳しい規制を設けているアメリカの製品らしい配慮といえるでしょう。

〈写真3〉
HSR-1000
ACレギュレータ

こうした対策をしたうえで筆者の場合，同じ部屋の中にパソコンとオーディオ機器が同居し，しかも同時に使用することが多いことから特別なノイズ対策をしています。

それは，オーディオ機器の電源をHSR-1000(**写真3**)というACレギュレータから取っていることです。

この製品はパルス制御の技術を使って,元のAC電源から改めて交流の100V電源を作り出して供給しようというものです。

このために基本的に電源を伝わってくるノイズはカットされますし，この電源から供給された機器によって生ずる電源波形の歪みは，内部に正確なサイン波を発生するROM(リードオンリーメモリー)を持ち，これから再現された波形と比較されて瞬時瞬時に制御され，常に良質な電源が供給されるというものです。

写真3にその外観を示しますが，かなり大型の装置で，価格も高価なため，どなたにも勧められるという製品ではありませんが，高度な音楽ファンやオーディオマニアの方には貴重な製品といえましょう。

このHSR-1000についてはまた別の機会に詳細をリポートしたいと思います。

おわりに

電源というのは，コンセントに差し込めば取りあえずは使えることから意外におろそかにされがちですが，快適に，安全に，そして機器の能力を最大限に発揮させるためには細かい注意が必要です。

皆さんも，もう一度身の回りの機器の電源を見直してみてはいかがでしょうか。

役立つDOSの話

②PC-9801のMS-DOS Ver. 5.0

下平　哲也

前回PC-98用のMS-DOSの主流は，依然としてMS-DOS Ver.3.3(以下Ver.3.3)であるとお話しました。けれども時代の流れは，確実にMS-DOS Ver.5.0(以下Ver.5.0)へと向かっているはずです(現にIBM PCでは，ほとんどVer.5.0になっています)。

現在，PC-9801上では，MS-DOS Ver.3.3D(以下Ver.3.3D)とVer.5.0の2つが主に使われています。どちらかというと，Ver.3.3Dの方が多く使われているのではないかと思います。

どちらも優れたDOSですが，Ver.3.3Dは，Ver.3.30から数えてA・B・C・Dと5回もの修正が加わったこともあってか，だいぶ安定してきています。機能にも無駄の無い「機能充実」型といえます。

一方，Ver.5.0の方は，Ver.3.3には無いより高度な使い方・便利な機能が実現されています。どちらかというと「機能発展」型で，使い始めるとVer.3.3D以前のDOSには戻れない程の便利な機能を持っているものの，実際に使っていくと一部のソフトが動かないなどの混乱も起こっています(いずれは解消すると思います)。

Ver.5.0に必要なハードウエア構成

Ver.5.0の機能を生かすには，①CPUが80286(以下286)以上②1.5Mバイト以上のメモリー，のマシンでないとメインメモリーを多く使うだけで，Ver.5.0のメリットを生かすことができません。

理由は，286以上のCPUでは，1Mバイト以上のメモリー空間(EMB(Extended Memory Block：拡張メモリーブロック)といいます)をCPUがアクセスすることができるので，Ver.5.0ではDOSのシステム部分を(1Mバイトから64Kバイト分の領域へ)移動することで，より大きなアプリケーションを実行させることができるようになっているからです。

このような理由で，PC-9801VMなどのマシン(V30/8086を使ったCPUマシン)ではVer.5.0を使うと，いままでのソフトが動かなくなるような，意外なトラブルに巻き込まれてしまうことがあります。

さらに，80386(以下386)以上のCPUを使ったマシンでは，メモリーマッピングという機能を使って，UMB(Upper Memory Block)と呼ぶ，((注)PC-98ノーマル機ではメインメモリーの640Kバイト以上から1Mバイト未満。ハイレゾ機では，メインメモリーの720Kバイト以上から1Mバイト未満)PC-98システム用のROM・ROM BASIC・グラフィックV-RAM・テキスト表示用V-RAMなどに使用されている，メモリーエリアの未使用部分の隙間を使うことができます。

これはCONFIG.SYSにEMM386.EXEなどのメモリーマネージャを組み込んで，UMBが使用可能な状態にして使えば，かなりのメインメモリーが節約できます。どちらかといえば，こうして見ると386以上のマシンで使うと有効なDOSです。

そこで，以下は，Ver.5.0を組み込むところからのテクニックから始まり，Ver.5.0ならではのメリット/デメリットを見てみようと思います。

Ver.5.0のインストール留意点

Ver.5.0では，(パソコンがMS-DOSで起動するための)システムプログラムを組み込むためには，ディスク上に64Kバイトの空きエリアが必要です。

そのため今までのVer.3.3xからでは，簡単にSYSコマンドでシステムディスクを作り出すわけには，普通ではいきません。

こうなるとハードディスクへの組み込みには，今までのプログラムをいったんフロッピーへバックアップしてからの作業になる場合がほとんどですから，いくらか覚悟？が必要です。

●フォーマットコマンドにも新しい機能が付いた

フォーマットコマンドについても，**図1**のようにいくつかの新しいオプションスイッチが加わりました。これらは，機能の充実や将来のDOSへの対応がなされており，知っておくと「Ver.3.3xには戻れない理由」が良くわかります。

このようにVer.5.0では,これらのコマンドを知っていないと，フォーマットやシステム(SYSコマンド)転送ができない場合もあるくらいで,「いままでのDOSとは，ちょっと違うな」と感じられると思います。

「Ver.5.0には，こんなオプション(スイッチ)もあるんだな」と頭の隅にいれておくと何かと便利です。もっとも，忘れてしまったときには「/？」のオプション指定で簡単なコマンド説明が表示されるようになったので安心です。

●SCSIタイプのハードディスクや光ディスクの領域の拡大

ｵﾌﾟｼｮﾝｽｲｯﾁ	操　作　例	機　能　内　容
/B	FORMAT D: /B	ＳＹＳコマンドでシステムファイルを組み込めるようにする
補足説明： フォーマット後でも、ＳＹＳコマンドでシステムファイルを組み込めるようにします。実は従来のＤＯＳではこの機能が万全ではなく、ＳＹＳコマンドでいつでもシステムディスクが作れるわけではありませんでした。 /B では１２８Ｋバイトの空きエリアを確保してくれますから、ＤＯＳ５．０以上の将来の発展したＭＳ－ＤＯＳも組み込めるようにも考えてあるというわけです。もちろん、従来からのシステム組み込み FORMAT /S で最初からシステムディスクを作り出すこともできます。 「３．３ｘには戻れない理由」はここにもあります。		

ｵﾌﾟｼｮﾝｽｲｯﾁ	操　作　例	機　能　内　容
/Q	FORMAT D: /Q	一度、フォーマットを行ったことのあるディスクに対してのみ、高速ﾌｫｰﾏｯﾄする
補足説明： ディスクの制御情報（ディレクトリなど）のみを消去するため、あっという間にフォーマティングを済ませることができます。 さらに、 FORMAT /Q を使っておけば、うっかりフォーマットして消してしまったディスクの中から、５．０に新しく追加された UNDELETE コマンドを使って、なんとファイルが復活する場合もあります。 使い始めると「３．３ｘには戻れなくなるコマンド」です。		

ｵﾌﾟｼｮﾝｽｲｯﾁ	操　作　例	機　能　内　容
/U	FORMAT D: /U	物理フォーマットを行います
補足説明： 従来のフォーマットコマンドと同じく、完全にディスクをフォーマットしてしまいます。 FORMAT /Q と比較すると、うっかりフォーマットして消してしまったディスクの中から、 UNDELETE コマンドで復活させることができません。		

【図１】
フォーマットコマンドの新しいスイッチ

数年前まで，最大80Mバイトしか扱えなかったSASI(サジ)接続から，最近は，SCSI(スカジ)形式の接続が主流になり,200Mバイトやそれ以上の大容量ハードディスクや，１枚で100Mバイト以上も読み書きができる光磁気ディスクが現れてきました。

Ver.5.0になって，外部記憶装置１台当たり2G(ギガ)バイト＝2000Mバイトの外部メモリーが扱えるようになりました。

実際これだけパソコン通信が広がって,フリーソフトウェアやCADやWINDOWS等を扱っていくとなると,従来のMS-DOSの限界である１パーティション128Mバイトでは，不足する状況が出てくる可能性は充分です。

もちろん,従来のSASIも使えます。

基本コマンド操作について

Ver.5.0でのコピー・デリート・リネーム・ディレクトリ等の扱いは，全く従来のMS-DOSの操作と変わりません。

しかし，大容量ハードディスク上での操作が常識になっている現在，このような基本作業は，射出氏の名作フリーウェア「FD」で代表されるようなディスクユーティリティで操作しないと，パソコンが扱いにくくなっているのが実状です。

ところが，この有名な「FD」がそのままではVer.5.0では動きません。そこで，従来のソフトウエアが動かない場合に対応する機能が,「SETVER」です。

筆者の知人も従来のソフトを全部フロッピーに移して,Ver.5.0をやっとの思いでハードディスクに組み込んでから，ハードディスクの中を「FD」で整理しようと思っていたのですが,「FD」が起動しなかったのでガッカリしたそうです。

実はこんな問題が発生した時は，まず，パソコン通信で自分がよくお邪魔をするSIG(筆者の知人の場合はPC-VANの「エレクトロニクスライフSIG：ジャンプコード＝JELEX」）に問題点を書き込みます。

この場合,翌日にはSIGメンバーの森さんという方から，アドバイスを受けることができました。日本全国のみなさんが協力して問題解決してくれるのですから，パソ

```
注意 - アプリケーションの中には，現バージョンのMS-DOS上での動作を保証されて
いないものがあります． このアプリケーションが現バージョンのMS-DOS上で問題な
く動作するかどうかを，ソフトウェア供給　　元にお問い合わせください．
違う MS-DOSバージョン番号を返すようにMS-DOSに指示してこのアプリケーションを
実行させた場合は， データ破壊または損失，システムの不安定を招く可能性があり
ます．その場合，日本電気（株）では責任を負えませんのでご了承ください．

バージョンテーブルを更新しました．
バージョンの変更は，次回システムを起動してから有効になります．
```

【図２】「SETVER」実行時のコメント

コン通信は本当にありがたいものです。

●Ver.5.0で問題が発生したソフトはとりあえずSETVER機能で対処する

ここでは,「FD」をVer.5.0で動かす場合の例で説明しましょう。まず,Ver.5.0付属のSETVER.EXEをCONFIG.SYSに入れます。

```
DEVICE=¥DOS5_0¥SETVER.EXE
```
または,
```
DEVICEHIGH=¥DOS5_0¥SETVER.EXE
```

次に,コマンドラインから,以下のようにキーインします。

```
SETVER FD.COM 4.00
SETVER FD98.COM 4.00
```

これで,「FD98.COMが起動されそれがバージョンを問い合わせてきたときには,VER.4.00であると答えるように」とMS-DOSに認識させます。FDの場合は,FD.COMとFD98.COMの両方をSETVER.EXEに登録しないと実行できません。SETVER.EXEを実行すると**図2**のようなメッセージが画面に出てきます。

次に,リセットスイッチを押してパソコンを再起動すると,今度は「FD」が正常に働き出します。

このように,日本では,MS-DOS Ver.4.0がPC-98用に発売されなかったこともあって,Ver.5.0では混乱を起こしてしまいました。

また「SETVER MYPROG.EXE 3.30」のように,Ver.3.3への設定しかマニュアルに書いてなくても,Ver.4.00にしないと動かないソフトもあり,ここが一番の問題点です。

これでは,一歩進んだフリーウェアの世界では,一時は大混乱を起こしてしまいました。あくまでSETVER機能というのは,実行しようとするソフトがバージョンを聞いてきたときに「あらかじめセットしたバージョンを返す」だけのものと覚えておいてください。

でも,Ver.5.0の悪いところ(?)は,このくらいでおしまいです。

実際には,Ver.5.0は素晴らしい機能をたくさん持っていますので,この後はVer.5.0ならではのメリットをご紹介しましょう。

これらの機能を一度でも知ってしまうと「Ver.3.3xには戻れない」ことになります。

Ver.5.0ならではの素晴らしい親切機能

●「消してしまったファイルを復活する:UNDELETE/MIRROR」

この機能は,うっかりミスで消してしまったファイルを復活させるソフトです。実は,この機能はフリーソフトウェアの「UNRM」や㈱マイクロデータの「エコロジー」に付いていました。

DOSとして非常に重要な機能ですが,Ver.5.0にはそれ以上の機能があり,「MIRROR」機能を組み込んでおけば,自動でファイルを復活させる機能までついています。

ただし,これらの機能は,消してしまったディスクに上書きしてしまったら復活不可能ですので,「アッ,しまった! ファイルを消してしまった」と気がついた直後でないと有効ではありません。

なおMIRROR機能は,普通はAUTOEXEC.BATの中に組み込んでおき,起動時からファイルの復活機能を動かしておきます。また,MIRROR機能がドライブに組み込まれると,ファイルを消除したときに必要な情報ファイル(PARTNSAV.FIL)をディスクに書き込みますから,デリート作業に多少時間を要します。

*AUTOEXEC.BATファイルに,MIRROR機能を各ドライブ(ドライブA:~E:)に組み込む例

```
LH A:¥DOS5_0¥MIRROR/TA/TB/TC/TD/TE
```
(LHはLoadHighコマンドで,MIRRORプログラムをUMBに移動する機能です。)

図3は,このUNDELETE/MIRROR機能を使ってドライブ「D:」の中の消してしまった,MSDOSOA.$SWという一太郎のバックアップ文書ファイルを,全自動で復活させた例です。

●「消してしまったディスクを復活する:UNFORMAT/MIRROR」

UNDELETE機能はファイルの復活ですが,「UNFORMAT」機能は誤ってフォーマットしてしまったフロッピーディスクやハードディスクを,復活させます。

ただしフロッピディスクは,「FORMAT /Q」コマンドでフォーマットしたものだけが対象です。また,ハードディスクの場合は,誤って「領域解放」してしまった場合のみの復旧です。

なお,MIRROR機能を組み込まなくても,UNDELETE/UNFORMAT機能は働きますが,この場合

は全自動で復活するわけではなく，手動で，ファイル名の先頭の1文字だけをキーインします。

機能UPするなら Ver.5.0を使う

●バッチファイルから他のバッチファイルを使える：CALL機能

従来のMS-DOSでは，サブルーチンコールのように，バッチファイルから他のバッチファイルを利用するには，子プロセスを起動してから他のバッチファイルを起動する(COMMAND /C xxxxxxx.BAT)という姑息な手段を用いていました。

このように，バッチファイルから他のバッチファイルを呼ぶ(コール)と，メモリーを余計に消費してしまっていたのが，Ver.5.0になって，これが標準でコール可能になりました。

この機能のおかげで，各バッチファイルを「サブルーチン」として使えるようになったので，大規模なバッチファイルを作る時にはたいへん便利になりました。

●アプリケーションによっては大幅なスピードアップをもたらす：キャッシュ機能とSMARTDRV

拡張メモリーを装備してこの機能を加えると，「ディスクキャッシュ」といって，ディスクから一度読み込んだファイルを拡張メモリー上に畜えておき，2回目からの読み込みは(そのファイルに変更がない限りは)，拡張メモリーからファイルを読み込むことが自動的にできます。

ディスクキャッシュは，たくさんのファイルを何度も読み出すCADや，数値計算ソフトのスピードアップには絶大な威力を発揮します。

今までは例えば，メルコ社製の拡張メモリーボードを購入すると，「MELCACH1.SYS」というユーティリティソフトが付属しており，Ver.3.3でも充分な威力がありました。

Ver.5.0では，「SMARTDRV.SYS」というキャッシュ機能が標準で付属するようになり，ソフト業界でもこれからおおいに歓迎されることでしょう。

組み込みはCONFIG.SYSに，

```
DEVICEHIGH=¥DOS5_0¥SMART-DRV.SYS 1024
```

などとします。この例では，1024 Kバイトのディスクキャッシュが拡張メモリー内に確保されます。

ただし，この機能はメモリー配分に注意しながら設定する必要があります。

なお筆者の経験では，不思議なことにこの機能をEMS上で使うオプションスイッチ「/E」を付けると不調になってしまいます。

●ファイルやディレクトリのオープンにかかる時間を節約する：FASTOPEN

この機能はハードディスクのみを対象にしています。ハードディスク内のファイルを探すには，一度ハードディスク内のディレクトリを全部読み取らなければなりません。これが(特に5.0で扱うような)大きな容量のハードディスクだと，あきれる程時間がかかります。

この機能を使うと，一度読み取ったディレクトリ内容を記憶しておくので，次に必要なファイルを所定のディレクトリから読み/書きするまでの時間が節約できるのです。

これにより，ランダムアクセスファイルでの操作は格段にスピードアップとれます。DIRコマンド等も，実に気持ち良く働くようになります。

組み込みは，

```
LH A:¥DOS5_0¥FASTOPEN.EXE A:=100 B:=100/E
```

などにします。この例では，ドライブ「A:」と「B:」に100個のディレクトリエントリを扱うようにしています。

なお，筆者が所有しているマニュアル(PS98-1003-51)には，「/E」のオプションスイッチについての説明がありませんが，これはEMSメモリーに記録される機能を持っており，メインメモリーの節約に有効です。

●ECHO表示までを消す機能：@ECHO OFF

隠しコマンドとして昔からあったそうですが，バッチファイルでECHO OFFにしてコマンドラインの状況を表示させないようにして

```
ディレクトリ: D:¥
ファイル諸元: *.*
  削除追跡ファイルを検索中です....
   削除追跡ファイルは，削除されたファイルを  1 個含んでいます.
   その内,       1 ファイルは全クラスタが有効です,
                 0 ファイルはクラスタの一部が有効です,
                 0 ファイルは有効なクラスタがありません.
   MS-DOS ディレクトリエントリは，削除されたファイルを   3 個含んでいます.
   その内,       2 ファイルが復旧の可能性があります.
削除追跡ファイルを使用しています.
  削除追跡ファイルを検索中です....
     MSDOSOA  $SW    55296 91-10-26 10:39   ...A  削除済: 92-10-17 22:39
このファイルの全てのクラスタが有効です. 復旧しますか (Y/N)?Y
ファイルは無事に復旧されました.
```

【図3】「UNDELETE」と「MIRROR」機能を使う

も，最初の部分で“ECHO OFF”が表示されてしまい，これが気になっていました。

Ver.5.0では，このコマンドが正式にマニュアルに記載されました。

●REMコマンドがCONFIG.SYS内でも使える

Ver.5.0の動作には全く関係ないことですが，コメントとしてのリマーク機能がCONFIG.SYS内でも使えるようになったため，各種のCONFIG.SYSの設定の書き直しが便利になりました。

●タスク切り替え機能：DOSシェル

CADを見ながらNCマシンのデータを作成する，という複数の仕事を切り替えることができるような，タスク切り替え機能がVer.5.0に付きました。使いこなすまでにはまだ時間がかかりそうですが，「DOSSHELL」を起動してみると，いくつかの問題点があります。

①DOSSHELL用のマウスドライバMOUSE.COMを使って起動すると，タスク内のマウスドライバとの共存ができない。

②CHILDプロセスからの起動ができない。N88BASIC MS-DOS版のようなソフトは使えない。

③TSR(常駐物)ソフトとのぶつかり合いがある。

などがあげられ，不必要にこの機能を起動するとリセットするしかシステムに戻らないことがあります。実務で使うには危険なので，安定するまではまだ使わないほうがよいかもしれません。

タスクの切り替えは，WINDOWSが必要とする環境を用意することを思うと，現在より未来に期待したい機能です。

メインメモリーの拡大と関係コマンド

Ver.5.0の特徴として，拡張メモリー内に各種のMS-DOS機能を移動させ，メインメモリーの拡大ができるという点があります。

この特徴の大きなメリットは(所詮640Kバイト以内ですが)，メインメモリーが大きく取れるために，従来のソフトの容量たとえば，CAD等のライブラリのメインメモリーへの読み込み容量を増やすことができるようになり，余裕を持って高速動作が可能になり，さらにはTSRソフトの組み込みも不自由しなくなります。

そこでマニアの方は，メモリーの使用状況をモニタしながら，Ver.5.0のメリットを100％生かそうとする「環境オタク」が始まります。

筆者はあまり「環境オタク」ではありませんが，そのテクニックに関連するコマンドについて書き加えてみようと思います。

Ver.5.0では「CHKDSK」コマンドや「MEM」コマンドで，メモリーの使用状況を見ることができますが，さらに詳しく見るには，c.mos氏作の「Vzエディタ」にも付属しているフリーソフトウェアの「VMAP.COM」等を使って，メモリーの使用状況の詳細を見ることができます。

これらのソフトを使ってメインメモリーの使用状況を観察しながら，従来のMS-DOSでは確認できない大きなフリーエリアを確保するようにするのが，Ver.5.0を使う１つのテクニックです。

しかしながらHMAとUMBを使い切っても，Ver.5.0ならではたくさんの機能を組み込まないわけにはいきませんから，無理をしないでメインメモリーは570Kバイト位までが，１つの限界と見た方がいいでしょう。

以下に使用例を上げます。

① DEVICE＝A:¥DOS5_0¥HIMEM.SYS

このコマンドで，1Mバイトを超える拡張メモリーが使用可能になります。

② DEVICE＝A:¥DOS5_0¥EMM386.EXE/P=128 /UMB

このコマンドで，EMSメモリーを128ページ2048Kバイト(１ページは16Kバイト)分確保し，UMBのうち未使用部分を使用できるようにメモリーを割り当てます。

③DOS＝HIGH,UMB

HMAへMS-DOSを移動し，UMBの使用を宣言します。

④DEVICEHIGH

デバイスドライバ(PRINT.SYS,RSDRIVE.SYS等)をUMBに読み込みます。だからといって，すべてのデバイスドライバをDEVICEHIGHを使って指定すると，UMBが不足します。筆者も，UMBに置くことが可能なデバイスドライバを全部DEVICEHIGH指定してみましたが，あるところで，UMBがいっぱいになって，自動的にメインメモリーに移設されてしまいました。

もちろん，HIMEM.SYSやEMM386.EXE等の拡張メモリーを制御するためのプログラム，すなわちDEVICE HIGHの制御を行うソフトは，必ずメインメモリーに置く必要があります。

どうしても，UMBに置きたいときは，16進でサイズ指定をすることもできます。

DEVICEHIGH SIZE＝FF A:¥DEVDRV¥MYDRV.SYS

ほとんどの場合システムが自動的に判断して，UMBを支障がない限度いっぱいまで使ってくれます。

⑤LH(LoadHigh)

UMBを使ってプログラムを動作させます。バッチファイルまたは，コマンドライン上で使用します。

CONFIG.SYSの代表例

Ver.5.0では386以上のCPUマシンで，上記の機能を使えば自動的にほぼメインメモリーの使用状況が最大効率まで上がり，「環境オタク」は必要ないと思われますが，デバイスドライバの読み込み順序を変えると，今までUMBに読み込めたものができなくなってしまうことがあるので，多少はCONFIG.SYSファイルをいじることになるでしょう。

最近はEMSをサポートした日本語FEP等もあり，これがきっかけとなって，だんだんとIBM版のMS-DOSの様にメインメモリーを多くすることができるようになりました。

図4にPC-9801RAでのごく一般的なVer.5.0のCONFIG.SYSとAUTOEXEC.BATの内容と，**図5**にVMAPで調べたそのメモリー使用状況を参考例としてあげておきました。

＊

原稿を書いている時点ではまだ発表されていませんでしたが，最近になってMS-DOS Ver.5.0はバージョンアップされて新たに，Ver.5.0Aになりました。

残念ながら，筆者の手もとにはこのバージョンがないので実際に使用していません。

ですが手もとの資料によると，以前のバージョンでは不具合のあった点や動作が安定しなかったところ，さらには新しい機能が盛り込まれたようです。具体的には，以下のような内容になっています。

①タスクスワップ機能の強化(拡張タスクスワップ機能のサポート・DOSシェル上で従来のFEPが使用可・DOSシェル上でADDDRV/DELDRVが使用可・画面の乱れの解消)

②DPMIのサポート(一歩進んだメモリー管理方法である，DPMI(Ver.0.9)がサポートされました。これにより，DPMI対応のDOSエクステンダー上で動作するアプリケーションが動作する)

③操作性の改善(SELKKCとSEDITの強化)

などが挙げられています。

```
<CONFIG.SYS>

DOS        = HIGH,UMB
FILES      = 30
BUFFERS    = 8
SHELL      = A:¥COMMAND.COM A:¥ /P /E:1024 /MSG
LASTDRIVE  = Z
BREAK      = ON
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥HSB.EXE V Y-          ；注１
DEVICE     = ¥DOS5_O¥HIMEM.SYS
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥HSB.EXE VU X-         ；注１
DEVICE     = ¥DOS5_O¥EMM386.EXE /P=64 /UMB
device     = cx486.exe -b -h -zn           ；注２
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥SETVER.EXE
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥RAMDISK.SYS 10240 1024
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥PRINT.SYS
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥RSDRV.SYS
DEVICE     = B:¥ATOK7AE.SYS /D=B:¥ATOK7L.DIC /G=B:¥TARO¥JSFONT¥JFGAIJ.UFO；注３
DEVICE     = B:¥ATOK7BE.SYS                ；注３
DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥SMARTDRV.SYS 1024
REM INSTALL= ¥DOS5_O¥FASTOPEN.EXE A:=100 B:=100 /E

注1:HSB.EXEは、MASAO氏作のﾌﾘｰｿﾌﾄｳｪｱ:High Speed Boot loaderです。
注2:cx486.exe は、もたし氏作のﾌﾘｰｿﾌﾄｳｪｱでｻｲﾘｯｸｽ社Cx486CPUのｷｬｯｼｭﾄﾞﾗｲﾊﾞです。
注3:ATOK7AE.SYS、ATOK7BE.SYSは、EMS対応のATOK日本語入力FEPです。


<AUTOEXEC.BAT>
A:¥DOS5_O¥DELDRV

A:¥DOS5_O¥ADDDRV ORGMOUSE.DRV                   ；注４
PATH A:¥DOS5_O;B:¥PCVAN¥WTERM¥TOOL;A:¥BAT;B:¥;B:¥TARO¥JSW;B:¥TARO¥TARO4;B:¥TARO
                                                          ¥JSFONT;B:¥TARO¥JSUT

set wterm=b:¥pcvan¥wterm¥data¥wterm5a.dat
set telfee=b:¥pcvan¥wterm¥data
set prompt=$p$g
LH A:¥DOS5_O¥MIRROR /TA /TB /TC /TD /TE
LH A:¥DOS5_O¥FASTOPEN.EXE A:=100 B:=100 /E


注4:ORGMOUSE.DRVは、ｵﾘｼﾞﾅﾙﾏｳｽの設定機能です。
内容は、DEVICEHIGH = ¥DOS5_O¥MOUSE.SYSというﾃｷｽﾄﾌｧｲﾙです。
```

【図４】環境の設定例

```
VMAP Version 2.00  Copyright (C) 1989-91 by c.mos

addr PSP  blks   size  owner/parameters          hooked vectors
---- ---- ---- ------  ------------------------- ------------------------------
D003 sys     1  14880  smartdrv                  1B
D3A6-D6FE    1  13680  <free>
D803 sys     1    128  setver
D80C sys     1   1456  ramdisk
D868 sys     1   5312  print                     05
D9B5 sys     1   2416  rsdrv                     0C 19 D4 D5
DA4D 0009    1   3472  u                         15 33
DB27 <--     1  11168  mirror /tA /tB /tC /tD /t 21 2F
DDE2-E000    1   8672  <free>
                       --- UMB total:  60 KB ---
0583 sys     1   3808  himem                     DC
0672 sys     1   2448  hsb
070C sys     1   7808  emm386                    1F 4B 67
08F5 sys     1   1232  cx486
0943 sys     1   6576  atok7ae CON               09 18 6F
0ADF sys     1    224  atok7be
0AEE sys     4  12384  <config>
0DF8 <--     4   5104  command                   22 23 24 2E
0F3B 0009    1   1456  adddrv
0F97 <--     1   1312  fastopen A:=100 B:=100 /E
0FEA-9FFF    1 590144  <free>

----- EMS ver4.0 (frame: C000h) -----        ----- XMS ver2.00 -----
handle pages   size  name                    HMA used: 60 KB by DOS
------ -----  ------ --------                EMB free: 8 KB
     1     4    64k  ATOK7A
     2     4    64k  ATOK7B
     3     1    16k  FASTOPEN
  free    55   880k
 total    64  1024k
```

【図５】図４の環境設定をVMAPで見たメモリー使用状況

ちょっと一服!!

●逆瀬川 皓一朗●

組織のダウンサイジング

話題と人気が先行し，実態がそれに追いつかないものがあります。何だかご存じですか。

一例がDOS/V対応パソコンでしょう。コンパックが12万8千円の破格パソコン(プロリニア3/25ZS)を出したとか，それにつられてIBMが低価格版を投入したとか，NECがPC98の対DOS/V比較広告を出しピント外れの防戦に努めたとか，話のネタには事欠きません。

また，聞いたことがないような国内メーカーや，パソコン代理店だったのではないかと思われるようなところからも，DOS/V対応パソコンがどんどん発表されていますし，米国や台湾などの海外組も国内になだれ込んで来ています。

独自路線を行くPC98(および互換機)やFM-TOWNSとMac以外のパソコンは，DOS/V一色になるのではないかと思われるほど，ごちゃごちゃとうごめいており，PC98がこの先どうなるのかも含めて様子を眺めていると，それだけで楽しくなります

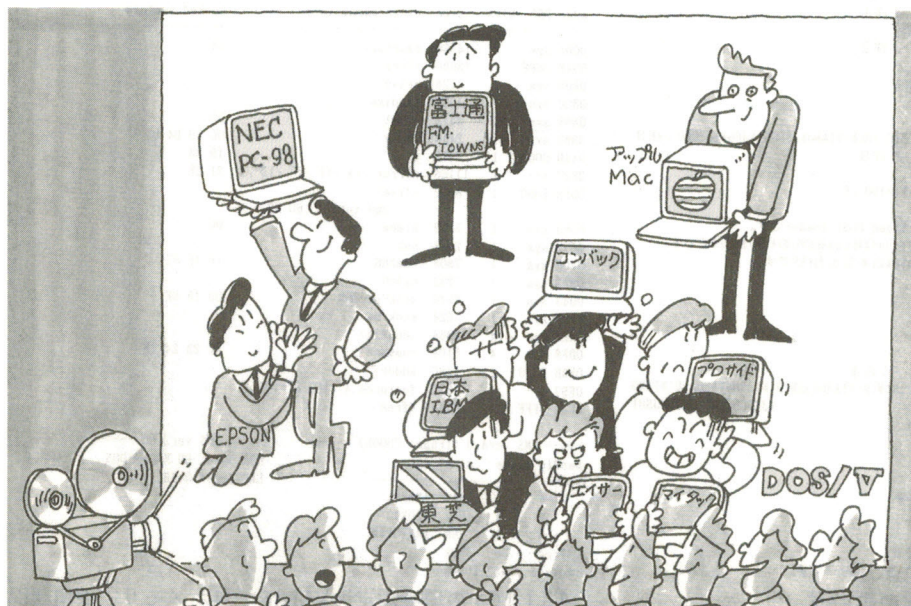
近年，映画が斜陽化しているようですが，こんな面白いドラマを目の当たりにすれば，お金を払って見るのがバカらしくなりますよね(図1)。

DOS/Vは売れるか

話は戻りますが，これだけ話題性があり，巷(ちまた)にDOS/V雑誌があふれるようになっても，実際にはDOS/V対応パソコンはまだあまり売れていないようです。一部のマニアやパソコンに詳しい人が買っているだけで，シェアは小さいながら伸びているものの，普及はまだまだと思われます。

性能が高くて価格が安いのなら，ドッと売れても良さそうなものですが，なかなかそうはいかない事情が日本にはあるからでしょう。

というのも，日本の流通組織は複雑で2～3段階の階層構造となっており，上から順番に物を流さないと末端のパソコンショップに行き渡らないのですが，こうした流通部分でかなりのコストが食われます。

ところが低価格がひとつのうたい文句になっているDOS/V対応パソコンは，流通マージンを削っているため，パソコンショップとし

【図1】
パソコン業界の
ドキュメンタリードラマ

ては取り扱ううま味がなく，値引き戦略もできず従来のような割安感をユーザーに与えられないのです。それにサポート体制もアフターサービスも不透明な状態では，うっかり手を出すわけにもいかず，パソコンショップがそっぽを向いている(良くいえば様子眺め)というのが実情のようです。

つまり古くからの流通体質と，それに慣らされサービスが当たり前と思うユーザー心理に阻まれていると言えましょう。

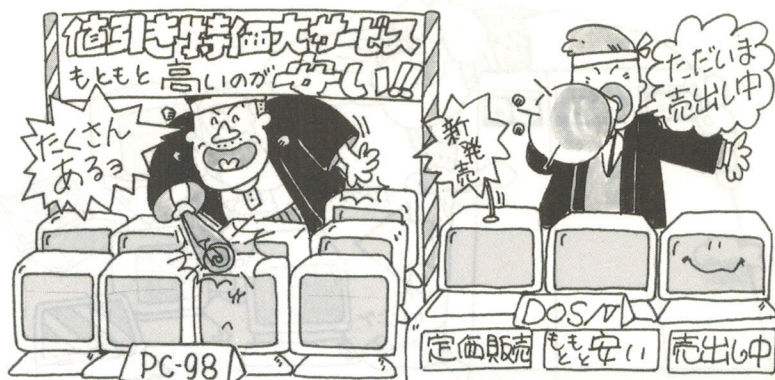
その点でパソコンショップやソフトハウスの面倒をよく見て囲い込み，高くても値引き率の大きい(買い得感を与える)PC98パソコンは(良いか悪いかは別にして)，これまでうまくやってきました(**図2**)。

そういうことで，DOS/V対応パソコンの普及には，ある意味で困難な障壁が立ちはだかっているように思えます。

…てなことをPC-VANのSIG「エレクトロニクスライフ」に書いたら，SIG常連のヒロスケさんからお叱りを受けてしまいました。エンジニアとしての心意気がないと。

IBMのリストラクチャ

ところで米国大企業の優等生だったあのIBMが，未曾有(みぞう)の業績不振に陥り，パソコンでコンパックやデルなどと，なり振り構わぬ価格競争を展開するようになるなんて，数年前には考えられなかったことです。

メインフレームと呼ばれる大型コンピュータ全盛の時代では，中央集権的なピラミッド型の組織を構成し，その上にあぐらをかいて

【図2】安いものは値引けない

殿様商売をしていてもよかったのですが，硬直的・保守的・閉鎖的な体質のためにパソコンやワークステーションという小型化(ダウンサイジング)の流れに手を打つのがすっかり遅れてしまいました。

大量生産・大量消費の時代では，大規模・大企業が善で，安定の代名詞でした。大企業は大規模原理の時代に向いた組織であったのです。新入社員も寄らば大樹の陰と，こぞって大企業を選んだものです。

しかし時代は変わってきました。大企業ではその弊害のほうが目立つようになり，上では政府・官僚との癒着や利権とたかりの構造が生まれ，組織は硬直化し，下は歯車となって命じられるままの仕事しかしない大企業病なるものが蔓延しています。

そこは没個性でオリジナリティや活力に欠け，序列主義や身分制度で思うに任せず，創造的・斬新的で小回りがきき機動力のある仕事がなかなかできません。

個人の自立化，個性化，成熟化が求められる現在では，こうした大量生産・大量消費時代は終焉(しゅうえん)を迎えつつあり，量産品への価値観や量産体系は急速に空洞化しはじめています。

もはや大企業では本当に創造性の高い技術開発・製品開発はできず，むしろ小回りがきく小規模な会社が作った商品のほうが，ユニークで付加価値の高いものになってきています。

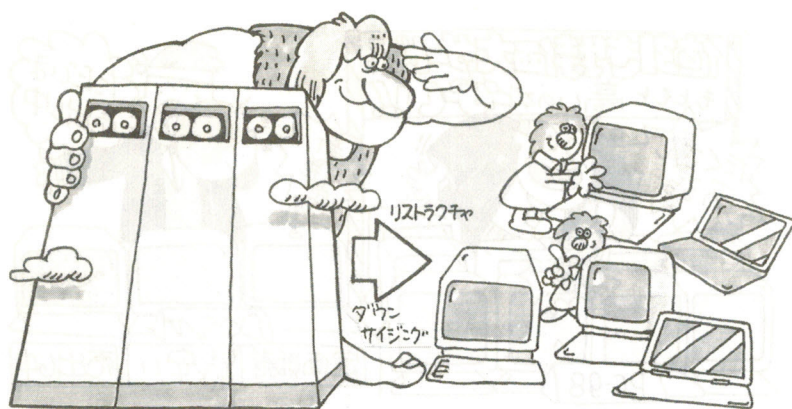
あのIBMも，いまや組織のリストラクチャ(構造改革)を進め，肥大化した図体を分割して製品ごとの独立した会社に変えはじめました。コンピュータという製品のダウンサイジングだけでなく，自らの体のダウンサイジングも余儀なくされたわけです(**図3**)。

組織のダウンサイジング

集権化から分散化へ。大規模から小規模へ。ピラミッド型からネットワーク型へ。

時代の流れに沿って，肥大化し硬直化した大規模組織が分割・解体され，小規模でまとまりのよい組織に生まれ変わっているのは，なにもIBMだけの話ではありません。

大はソ連とソ連共産党の解体で，それによってロシアなど多数の独立国家が生まれました。

国家から地域社会へ。官僚(命令)主義から民主主義へ。大企業から小企業へ。そしてモノからヒト

【図3】リストラクチャはダウンサイジング

へ。ハードからソフトへ。

これが来るべき21世紀の社会へ向けての変革の助走で，この流れを見誤ると，今は安泰のように見えても近い将来，どのような大波をかぶることになるかもしれません。

先ほど話のあった日本の流通組織もそうで，古い体質にいつまでも甘んじていると，通信販売や激安店，簡素化した新しい流通の仕組みに侵食され，崩壊の危機に見舞われかねないのです。

あなたの会社は，いかがでしょうか。組織が硬直化し，大企業病に侵されていませんか。

もしあなたがいま，大きな会社や組織の下で働いているとすれば，本当にあなたの能力や個性が活かされ，やりがいのある仕事で充実した毎日が送れているかどうかを振り返ってみましょう。

時代は大きな組織が老朽に向かい，機敏で小さな組織が躍動の息吹を吹きはじめています。自分の個性を発揮し，自由で創造性豊かな活動をしたいという意欲を持ちながら，大きな組織の中に埋没しているのであれば，思い切って小さな組織に移ったほうが良いかもしれませんよ(**図4**)。

もっとも，なかなかそうはいかないのが人の常で，とりあえず自分の能力を表現できる場を仕事以外に求めるケースも出ています。

本誌昨年8月号のちょっと一服「2足わらじ社員」では，そうした例を取り上げました。

また昨年の4月には「日本サラリーマン文化芸術振興会」(略してサラ文，年会費6千円を支払えば誰でも会員になれる)が発足し，会社で活かせない自慢の芸や特技を披露しあう交流会ができています。メンバーの99%がサラリーマンやそのOBなんだそうです。

自分のエネルギーを仕事で発散できない人がいかに多いかを物語っているようなもので，会社にとっても個人にとっても，もったいない話ですネ。

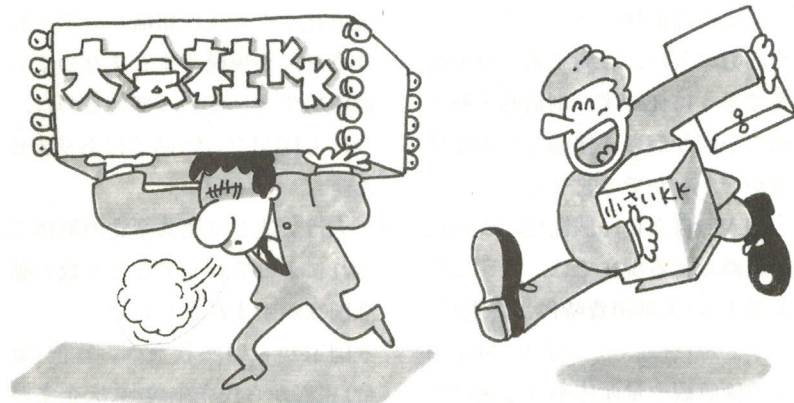
これからの会社や組織は，こうした個々人の能力やバイタリティが最大限に発揮できるようにリストラクチャをしないと，やっていけなくなるでしょうね。

小さな会社の大きな魅力

そういうことで，これからのモノ(ハード・ソフト・サービス)作りの主役は，小さな会社(組織)になりそうです。

感性にあふれ，オリジナリティに富んだ個性的な製品をタイムリーに生み出そうとすると，それを創り出す人自身が，感性にあふれ個性とオリジナリティを発揮できる環境になければなりませんが，これが実現できるのは小さな会社(組織)だからです。

小さな会社には，そこで仕事をする人にとっても，開発した商品にも大きな魅力が備わっています。動脈硬化をおこした巨大組織には，若さが期待できそうにありません。

いまは不況で大企業に就職や転職ができそうにないと，タメ息をついている人はいませんか。案外これがチャンスになって小さな会社に入り，のびのび仕事ができることになるかもしれませんよ。

【図4】小さな組織の大きなやりがい

ハイビジョン・システム評価用ディジタル標準画像

金澤　勝・金次 保明・境田 慎一

まえがき

ハイビジョンの伝送や帯域圧縮などの方式および，機器の性能を評価する場合，物理測定のみではなく，自然画像を用いた画質の主観評価が必要です。

この場合，テスト画像としてどのような絵柄を用いるのかが評価結果に影響するため，テレビジョン学会は，現在ハイビジョン画質評価用の標準静止画像を，大型スライド(有効画面寸法：横272㎜×縦153㎜)の形状で刊行しています*1。

標準画像スライドをハイビジョン映像信号に変換するためにはハイビジョンカメラが必要ですが，カメラの性能や調整により映像信号は一定ではなく，この差が画質評価の評価結果に影響を与えることもあり得ます。このため，カメラによらず安定に標準画像の映像信号を発生できる信号源が望まれていました。

一方，近年のディジタル技術の発展により，ハイビジョンフレームメモリーなどの記録装置の使用が可能になり，ディジタルデータを標準信号源として使用することができるようになってきました。

これらの背景により，今回テレビジョン学会から刊行されている9枚の「透過型ハイビジョン画質評価用標準画像」をディジタルデータ化し，画質評価の安定な信号源として，使用できるようにしました*2。

ディジタルデータの信号処理

(1) ディジタルデータの仕様

標準画像スライドをディジタルデータへ変換するためには，ハイビジョンカメラで撮像しその出力をA/D変換する方法と，ドラムスキャナなどでコンピュータへ入力し信号処理を行う方法が考えられます。

さらにコンピュータ処理の場合は，現実のカメラをシミュレートする方法と，現想カメラをシミュレートする方法に分けられます。

現実のカメラはハードウェアの制約のため，高い周波数において周波数特性が劣化しているなど，ハイビジョンが発揮できる性能を完全に引き出しているわけではありません。

これに対しコンピュータ処理で理想のカメラをシミュレートする場合は，ハードウェアの制約を受けず映像信号帯域で周波数特性をフラットに保つなど，標準画像スライドを忠実にハイビジョン信号へ変換することができます。

以上の理由により，コンピュータ処理で理想カメラをシミュレートする方法でディジタルデータ化を行いました。この処理は，スライドを基準光源(D_{65})で一様に照射し，理想的な特性を持ったカメラで撮像したものと等価です。

このように今回制作したディジタルデータは，ハイビジョン規格BTA S-001*3，S-002*4にしたがって標準画像スライドをできるだけ忠実にハイビジョン信号へ変換するように処理を行っています。

表1にディジタルデータ制作に用いた主要パラメータ値を示します。

BTA S-001規格ではハイビジョン信号形式として3原色信号R，G，Bおよび輝度・色差信号Y，

*1 熊田他：「評価に用いるテストチャート」TV学会誌，Vol. 46, No. 2，pp. 134-138，1992

*2 山下他：「ハイビジョン画質評価用標準画像のディジタルデータ化」TV学会誌，Vol. 46，No. 6，pp. 756-765，1992

*3 放送技術開発協議会規格BTA S-001 1125/60 高精細度テレビジョン方式スタジオ規格(1987年8月制定)

*4 放送技術開発協議会規格BTA S-002 1125/60方式HDTV映像信号の符号化とビット並列インタフェース規格(1992年5月制定)

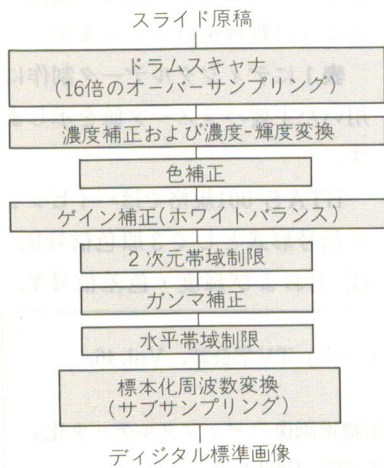
信号帯域幅	G, B, R, Y, P_B, P_R	30MHz	
有効走査線数		1035	
走査線当たりの有効サンプル数	G, B, R, Y, P_B, P_R	1920(注)	
		x	y
3原色色度	G	0.310	0.595
	B	0.155	0.070
	R	0.630	0.340
基準白色	D_{65}	0.3127	0.3291
信号方程式	$Y=0.701G+0.087B+0.212R$ $P_B=(B-Y)/1.826$ $P_R=(R-Y)/1.576$ G, B, Rはガンマ補正された後の信号		
ガンマ補正	再生時の光(L)と映像信号(V)との関係式(ガイドライン) $L=\{(V+0.1115)/1.1115\}^{(1/0.45)}$　$V \geqq 0.0913$ $L=V/4.0$　$V<0.0913$		
量子化レベル	映像信号	4〜1019	
	Y, G, B, R	黒レベル	64
		白ピーク	940
	P_B, P_R	ピーク	64および960
		無彩色	512

(注) BTA S-001/S-002では，P_B, P_Rの有効サンプル数を960と規定しているが，本ディジタルデータでは1920を採用した。

【表1】ディジタル標準画像の主要パラメータ値(BTA S-001/S-002より抜粋)

折り返しひずみ	−40dB以下(最大値)
周波数特性	水平0〜30MHzでは±0.03dB以内 34.6MHzで　−3.0dB 垂直0〜840TV本では±0.03dB以内 968TV本で　−3.0dB
階調特性誤差	濃度の表現で誤差　0.01rms以下
色再現誤差	L*u*v*空間で　3.0rms以下

【表2】データ化に用いた信号処理系の特性

スライド原稿
ドラムスキャナ(16倍のオーバーサンプリング)
濃度補正および濃度-輝度変換
色補正
ゲイン補正(ホワイトバランス)
2次元帯域制限
ガンマ補正
水平帯域制限
標本化周波数変換(サブサンプリング)
ディジタル標準画像

【図1】ディジタルデータ化の信号処理系統

P_B，P_Rが規定されており，本ディジタルデータもこの両形式に対応しています。

なお，BTA S-001規格ではR, G, BおよびY信号の水平有効サンプル数を1920, P_B, P_Rは960と規定していますが，本ディジタルデータでは標準信号源という役割を考慮してP_B，P_Rのサンプル数もYと同じ1920とし，アナログ信号規格(Y, P_B, P_Rとも30MHz帯域)も満足するようにしています。

(2) 信号処理系統

ドラムスキャナを用いてスライドフィルムをサンプリングしてコンピュータへ入力する場合，折り返しひずみが発生しないように光学フィルタで高周波成分を抑圧する必要があります。

また，ドラムスキャナの色分解特性は，ハイビジョン規格で決められてる理想撮像特性とは異なっており，色補正を行う必要があります。

このほか，ドラムスキャナはフィルムの濃度を測定するものなので，濃度から映像信号への変換も必要です。

このため，コンピュータへはオーバーサンプリングで入力し，その後，濃度-光変換，色補正，ガンマ補正，サンプリング数変換のためのフィルタリング処理などを行いました。

図1に信号処理系統を示します。

(3) 信号処理系統の特性

表2に信号処理系統の特性を示します。以下にその主な項目について説明します。

折り返しひずみと周波数特性

スライドをドラムスキャナで読み込む際に，サンプル数を水平垂直ともに約4倍(水平7360，垂直4140)でオーバーサンプリングするとともに，光学アパーチャをサンプリング間隔の2倍とし，さらにドラムスキャナ内のレンズを調節して光学アパーチャをややデフォーカスしました。これにより，光学ローパスフィルタを構成しました。

その後コンピュータ内でフィルタリング処理をすることにより折り返しひずみを軽減しました。この処理により，**図2**の空間周波数特性に示すように，折り返しひずみを−40dB以下にすることができました。

オーバーサンプリングされたデータは水平7360，垂直4140なので，ハイビジョンの有効画素数1920×1035にするためには水平

23：6，垂直4：1の周波数変換が必要です。この変換に用いた帯域制限フィルタの周波数特性は，水平方向では0～30MHzにおいて±0.03dB以内になっています。

階調再現誤差の補正

ドラムスキャナは光電変換器を用いてスライドの透過率を測定し，それを対数増幅器で濃度データに変換して出力していますが，この対数変換器はアナログ回路であり回路の不完全さにより生じる誤差が階調再現および色再現に影響します。

階調再現誤差を測定するため，46枚の無彩色テストスライドを作成し，これらのテストスライドの分光透過率から計算した濃度と，スキャナで測定した濃度を比較しました。

この測定結果に基づいて補正関数（3次の多項式）を求めました。これは，4次以上の補正関数で補正しても，残差誤差（rms値）が3次の場合とほぼ同じであり，多項式の次数を大きくし過ぎると測定誤差などの影響を受けてかえって補正効果が劣化するためです。

この補正により，濃度誤差を0.01rms以下という小さな値にすることができました。

図3にBチャネルにおける補正の前後での誤差を濃度値で示します。

色再現誤差の補正

ドラムスキャナの色分解特性は，ハイビジョン規格により決まる理想撮像特性と大きく異なっているため，色再現補正をしない場合は制作したデータが大きな色再現誤差を含みます。

このため，リニアマトリックスを作成し色再現誤差の補正を行いました。

色再現誤差は国際照明委員会（CIE）が1976年に提案したL*u*v*表色系で評価することとしました。

色サンプルとして，ハイビジョンで再現し得る範囲の色で，この色空間においてほぼ均等に分布する122色のテストスライドを作成しました。

これらの色サンプルに対して，その分光透過率から計算される色と，実際のスキャナから得られた色を比較し，色再現誤差が最小になるようにリニアマトリックスの係数を求めました。

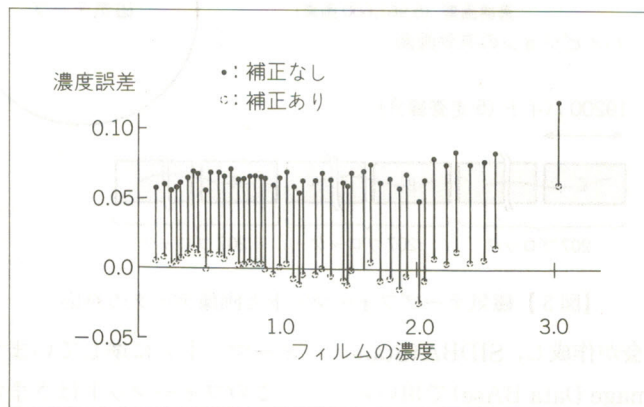
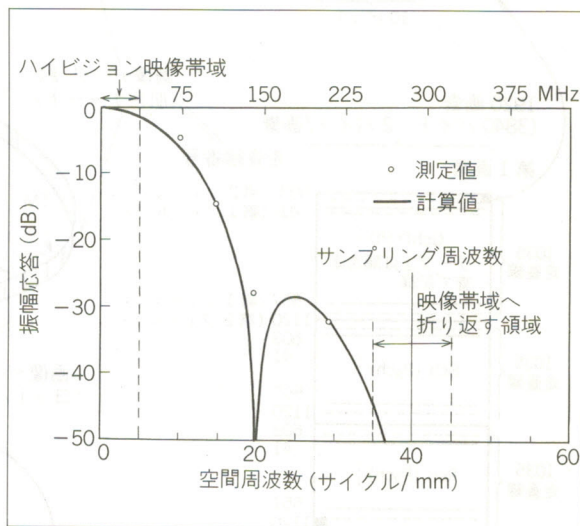
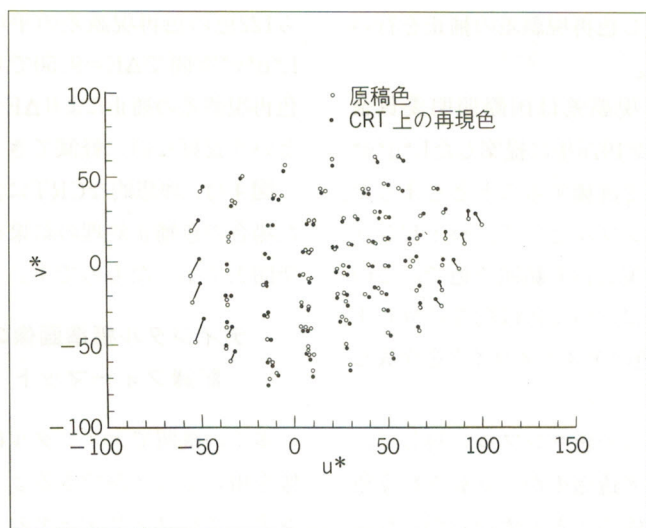
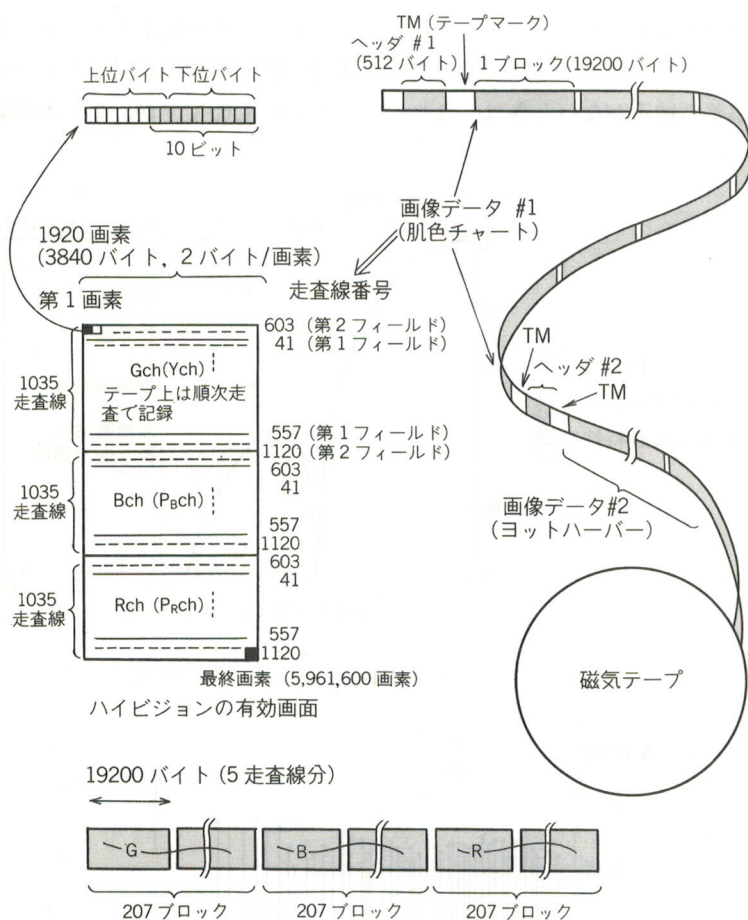
リニアマトリックスによる色再現誤差の補正がないときは，これら122色の色再現誤差の平均値がL*u*v*空間でΔE＝9.50でしたが，色再現誤差の補正によりΔE＝2.74という良好な値に軽減できました。

図4は，理想的なCRTに表示した場合の色補正処理の結果をu*v*空間上で示したものです。

ディジタル標準画像の記録フォーマット

多くの機関でディジタル標準画像を用いることができるように，本データをコンピュータの一般的な記録媒体である計算機用磁気テープに記録することとしました。

磁気テープの記録フォーマットは「NHK画像データMTフォーマットVer.4.0」ですが，これは情報

【図2】ドラムスキャナの空間周波数特性

【図3】階調特性誤差とその補正（Bチャネルの場合）

【図 4】 色補正処理の結果

【図 5】 磁気テープフォーマットと画像データの対応

処理学会が作成し，SIDBA(Standard Image Data BAse)で用いられている「拡張標準画像データフォーマット」に準じています。

このフォーマットはさまざまな信号形式に対応することができるように，データの大きさ，記録の順序，データ名などの情報を512バイトのヘッダに記録しています。

図 5 は，ディジタル標準画像の磁気テープ上のフォーマットと，1 画面の画素の対応を示します。

むすび

ハイビジョンの画質評価を行う際の安定な信号源として，「透過型ハイビジョン画質評価用標準画像」9 枚のディジタルデータ化を行いました。

ディジタルデータ化に際しては，写真スライドの持つ画像情報をできるだけ忠実にハイビジョン映像信号へ変換することを目指しました。このため，写真をドラムスキャナで読みとり，フィルタリングなどすべての処理をコンピュータで行いました。

これにより今回制作したディジタル標準画像は，折り返しひずみ，色再現誤差，階調再現誤差が非常に小さく，ハイビジョンの映像信号帯域にわたってフラットな周波数特性を有しています。

また，多くの機関で使用しやすいように，本ディジタル標準画像は計算機用磁気テープに記録してあります。

この作業は，テレビジョン学会ハイビジョン・システム評価用ディジタル標準画像小委員会および放送技術開発協議会HD画質評価小委員会における審議に関連して行ったものです。

なお，本ディジタル標準画像はテレビジョン学会で監修され，NHKエンジニアリングサービスを窓口として頒布されています。

オーディオ・ビジュアル

トピックス

出原　真澄

DCC, MDの特性と試聴

先月号でお約束したとおり，今月はDCCとMDの簡単な測定と試聴の結果，それに使い勝手などについてレポートする。機器はDCCがフィリップスの第一号機，DCC-900, MDはソニーの録音再生用ポータブルタイプ，MZ-1である。いずれもメーカーから借用をしたものではなく，市販製品を購入した。

2機種ともにディジタル入・出力端子があるので，これを高音質プロセッサに接続すれば，最高の音質で再生できるが，今回は製品のアナログ入出力端子を使用し，それぞれの製品を丸ごと評価することにした。

まず，性能的にどの程度の実力があるのか，周波数特性と入・出力のリニアリティを測定してみた。比較のために，CDプレーヤとカセットテープレコーダも同一条件で測定し比較した。CDプレーヤは市価約50万円の製品，カセットレコーダは市価約５万円の製品だ。使用したテープはクロームタイプ，ノイズリダクションはドルビーのBタイプである。

なお，測定は私の実験用の設備であり，それほど厳密なものではないことをお断わりしておく。測定の信号源は，最近デンオンが発売したテストCDを使用したが，その精度は発信器の比ではなく，理想的なものといえよう。

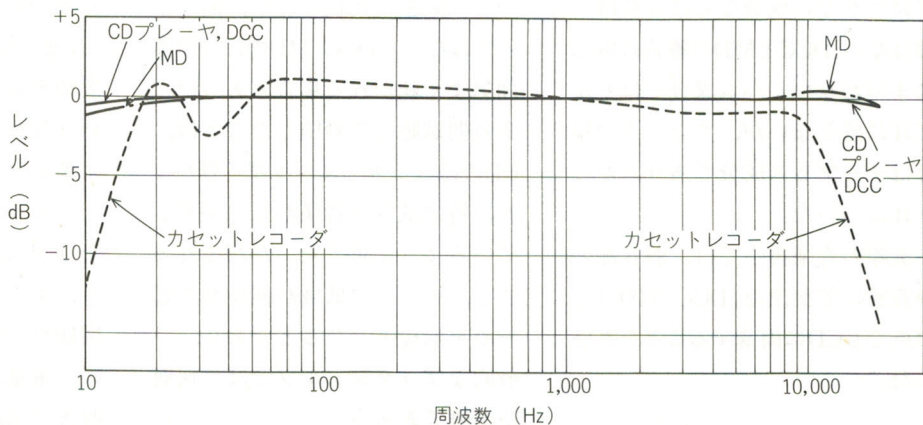
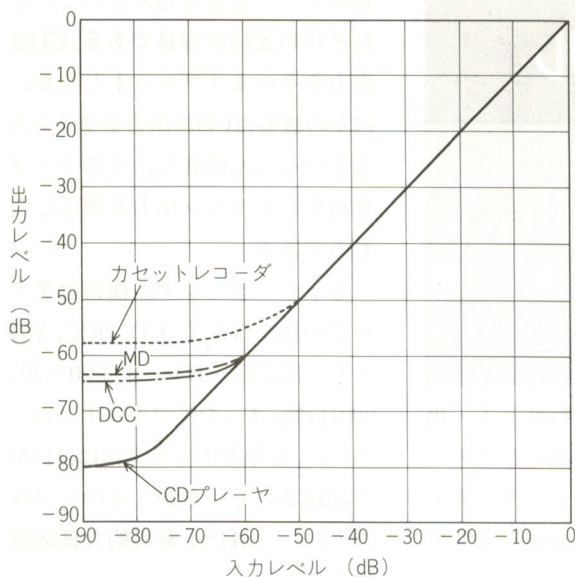
［特性の比較］

図１は，最も基本となる周波数特性である。一つの図面上に４種類のデータを書き込んだので，それぞれの比較が容易である。CDは出力をそのままプロットしたが，ほかの機器はCDの出力をライン入力しいったん録音し，そのテープを再生してライン出力を測定したものである。

さすがにディジタル機器はアナログの比ではなく，CD, DCC, MDともにほぼ同一グレードで20～20,000Hz間，まったくフラットといっていい。信号源ディスクには4Hzから記録されているが，そのレベルは－3～－4dBと，驚異的な低域特性だった。

これに引き換えカセットは，30Hz以下と10,000Hz以上で急激に下降する。また，低域で特性がうねるのもアナログ録音機の欠点である。ただ，この特性が実際の音楽再生でどの程度に判別できるかは定かでない。しかし，高域の下降は明らかに音の輝きや明るさを劣化させるようだ。

図２は，入力対出力のリニアリティを示したものだ。この図は元来Ｄ／Ａコンバータの変換精度を示すグラフとして用いられるが，ここではラインの入力に対する出力の比例関係を示している。測定法は，次第に小さくなる信号を録

【図１】
周波数特性の比較

【図2】
入一出力
リニアリティ特性

音し，次にそれを再生してそれぞれのレベルをプロットする。

理想は無限小まで45度の直線になることだが，現実には録音・再生アンプに固有雑音が存在し，入力を小さくしても出力は雑音レベルよりも小さくならない。つまりノンリニアになり，雑音レベルが大きいほどダイナミックレンジが狭くなる。

この図では流石にCDプレーヤが断然優れ，続いてDCC，MDとなり，カセットは−57dBで飽和してしまった。飽和するレベルともう一つは，雑音の種類が問題だ。雑音の電圧値は高くても，聴感的に耳につかない成分ならばそれほど害はない。DCCとMDの雑音は電源にまつわりつくハム成分でほとんど耳に感じないが，カセットの場合はテープヒス成分であり，かなり耳についた。

実際の音楽再生では，弱音部の静寂感に差が出た。DCC，MDはその点でもCDに肉薄することを実感した。

［音質比較］

CDをソース源とし，ライン入力から録音しそれを大型装置で再生してみた。DCCは据え置き型，MDはポータブル型でコンセプトが異なるがまさに実力伯仲，若干DCCの音質がソフト気味だが，予想以上の実力にいささかショックを受けたのである。

市販されているソフトを購入し同一ソースのCDと比較してみたが，流石に緻密でダイナミックな再現はCDにかなわない。そこでDCC，MDのディジタル出力をCDのプロセッサに入力し，グレードが高いコンバータで再生してみた。かなり厳密に比較したが，曲によってはむしろDCC，MDのほうが雰囲気よく聴かれる場合もあった。長時間試聴して判明したことは，CDのほうが少しエネルギー豊かな音，特に低音の音像がしっかりしているように思えた。ただこれとても，十二分に低域が伸びたスピーカを前提としたことであり，一般的なブックシェルフでは，判別が困難であろう。

［使用感］

据え置きと移動型とでは基本的に考え方が異なり比較は困難だが，率直にいってスピーディなCDのランダムアクセスに慣れた者には，DCCのアクセスには忍耐を強いられるように思えた。しかし，曲の頭出しのマーカー機能によって，希望曲を容易に選択することができる。この点は現在のカセットよりも大幅に改善されているようだ。

録音機能ではMDに軍配が上がるだろう。それは，あらかじめ録音スタート点を捜し出しておかなくても，録音キーを押すだけで機械が自動的にスタート点を捜し出して録音を開始するという，誠に賢い機能が内蔵されている。また，録音レベルを自動設定するAGC機能も緊急録音時に威力を発揮するだろう。

ところで，ディスク型であるMDの振動に対する安定性に不安を感じている人も多いと思う。私もこの点に関心があり，ケースに入れて飛んだり跳ねたりしてみた。まったく安定そのもの，心配はき憂であった。

結論として，両者ともにディジタルの実用機として，革命的な商品であるといえよう。DCCはカセットからスムーズな移行を第一とし，逆にMDは過去の製品に対する要望を取り入れ欠点を取り去った，いうなれば過去を否定して誕生した製品といえよう。

カセットと同一メカを前提としたDCCは，ヘッドとLSIの改善により，ポータブル型の誕生は時間の問題だ。MDも，第一号機はサイズ，重量，消費電力などまだまだ改善の余地があるが，これも時間

の問題だと思う。
そしてカー用は，私見だが現在のCDに代わってMDが本命になるような気がする。

前途多難なCS放送

夏ごろからサービス放送を行っていたCSによるPCM音声放送が'92年12月1日から本格放送になった。また，CS映像放送も6局がそろい，形の上ではわが国もいよいよ本格的な衛星放送時代に突入したかに見える。しかし現実は受信契約者数が極端に少なく，このままでは放送局側の経営が苦しく，永続性すら危ぶむ声も聞かれ始め，'92年12月1日付読売新聞夕刊に，現状の問題について大きく報道された。

危機意識をもったPCM放送の3社が，1993年5月まで有料化の延期を決め，その間契約者を増やすことに方針を変更した。

時代の先端を行く未来の花形ともてはやされた衛星放送が，かくも不調なスタートとなってしまった原因を，放送局側は「長引く不況，受信機が高価」と指摘している。一方メーカー側は，「本当に普及するものか,今一つつかめない」として機器の発売に消極的だ。また，販売店サイドでは「ユーザーの要望は今一つ弱く，設置依頼があっても受信機の機種数が少なく選択できない」という。

それぞれの立場でもっともな発言だが，最も重要なことははたしてこのシステムがユーザーの要求に応えているかという点だ。たしかに，一般の放送がデパート式内容であるのに対し，衛星放送は専門店化し，時代の要求に応えようとしている。

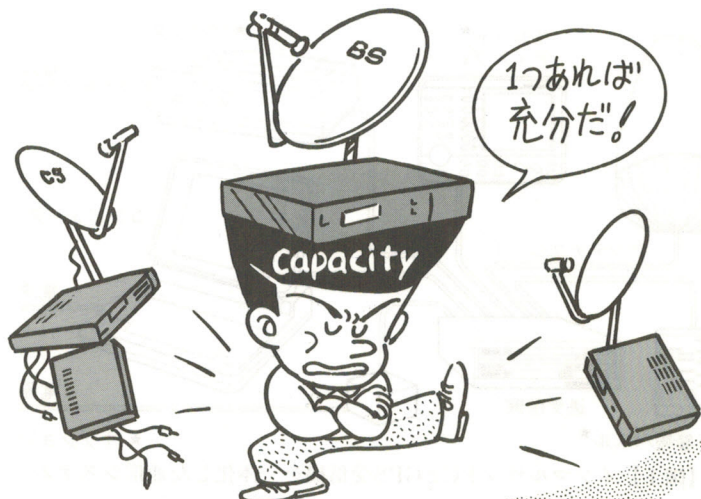
しかし，問題はその前段階だ。自分でチューナを購入し(現段階では衛星の種類によって2種類になる。BSを入れると3機種)，放送局側と受信契約をしなければならない。この手続きは販売店が代行をしてくれるかもしれないが，音声放送のほかに映像放送もということになると，これも別個に設備して契約だ。この煩わしさがユーザーを遠退ける最大の原因だということを，関係者はもっと深刻に受けとめねばなるまい。

過去に米国でも，通信衛星を受信することが流行した時代があった。しかし現在では完全にすたれてしまい，CATVに統一されたと聞く。内容が専門化された数10チャネルの局がボタン一つで選択できて，しかも自分が見た番組のみの料金が徴収されるシステムも現われたそうだ。このようなイージーシステムにならないと，どんなにすばらしい内容の放送でも大衆化は無理だ。

すでに映像局は，本格的にCATVに流す行動を開始しているが，音声放送の永続性もその道しかないように思う。ただしこの場合，信号がディジタルで送られてくることが条件だ。これは私自身，PCM音楽放送を聞きたいと思うがアンテナの設置場所と，チューナの置き場所を考えただけで,「止めた」という答えが出てきてしまう。

私の住宅地にはCATVのケーブルが来ている。もしこれとの契約で受信できるならば，映像も含めてこの際に契約したい。少なくとも一般ユーザーよりも私のほうが，衛星放送に関する知識はあると自認する。その私ですら契約をあきらめているのだから，ましてや一般のユーザーには虹の彼方の世界に見えるだろう。

もし，今のやり方を継続するならば，少なくとも1つのアンテナ，1台のチューナで音声と映像のすべてを受信できる仕組みを考え，契約の簡便さを再考すること以外に成功の道はないだろう。

内容さえよければ，障害を乗り越えてもついてきてくれるのは，マニアの世界のみである。大衆への普及は「イージーハンドリング，フールプルーフ」が条件だ。

WHERE AM I ON THE EARTH?
GPS情報

●山　滋●

衛星測位システム協議会の設立

郵政省が音頭をとり，GPSシステムの普及をめざすための団体，衛星測位システム協議会が平成4年11月25日に設立されました。これには国内外のGPS機器メーカー，ユーザー，GPSを利用したシステムを開発している会社，自動車および関連メーカー等の73社・団体が参加しています。今後の活動を期待したいと思います。

米国ではGPSの民間利用については運輸省(DoT)の管理下にあり，国防総省と密接な連絡をとっているようです。日本での利用については，GPSは航法・ナビゲーションは運輸省，電波利用では郵政省，測量は建設省，輸出入は通産省と深くかかわっており，今後これらの各省庁間の調整も必要になってくるでしょう。

GPSと電波の利用

電波を利用することはたいへんに付加価値性の高いものですが，その使用にはルールと制限があります。GPSは受信のみですが，GPSによって得られる位置情報をほかのGPS受信機や装置に伝送することによってさまざまなメリットのあるシステムを構築することができます。GPSの応用に関係している電波の利用について以下にまとめてみました。

ディファレンシャルGPS

あらかじめ位置のわかっている場所に極めて性能の良い受信機を置き，ここで誤差情報を計算します。衛星の時計の誤差のようなものは，固定側も移動側もある範囲内ではほとんど共通に受けます。この計算された誤差情報を無線で移動側のGPS受信機に送ります。この誤差情報は，毎秒50ビットと非常に低速です。この方法を使うと，移動側の受信機で3から5メートルの精度を得ることができます。

この方法は，現在米国政府が行っている故意の精度劣化(S/A)の影響を受けません。米国では沿岸警備隊が本システムを主要な港湾に設置し，入港する船舶に便宜を図る計画です。

インマルサット スタンダードC

本システムはディジタルデータのみを扱う海事通信衛星システムです。アナログ回線と異なり，通信コストが極めて安い，設備が簡単であるなどにより今後の発展が見込まれています。GPSで測位した船舶上の位置をこの衛星通信により陸上に伝送します。このシステムは，GMDSSと呼ばれる世界的な海上救援システムと連動しており，事故が発生した場合は自動的に各国の海難救助機関に通報されます(図1)。

【図1】インマルサットCとGPS受信機を一体化した通信システム

移動体のトラッキングシステム

緊急車両，運輸，タクシーの配車あるいは工事用車両の位置を事務所でモニタし，その運用と効率化を図るシステムです。車両から定期的に，あるいはモニタステーションからの問い合わせによって位置情報をモニタステーションの地図上に表示します。

カーナビゲーションと交通情報

カーナビゲーション・システムは高級乗用車には標準で装備されるようになったり，後付けではパイオニア，ケンウッド，ソニー，そして東芝の各社から発売されています。現在のシステムは自分の

位置を知るだけですが，渋滞情報，駐車場の空き情報，そしてニュースや天気予報などもあわせてリアルタイムにナビゲーション用にディスプレーに表示されたら便利なのではないでしょうか。自動車にはFMラジオが付いていますので，FMラジオの多重放送の利用としても良いアイデアと思います。

リアルタイム精密測量システム

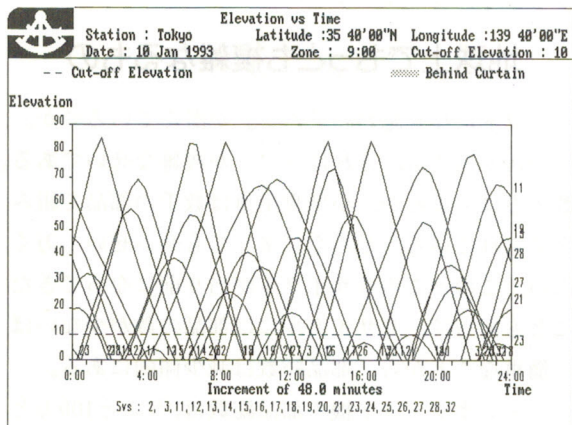
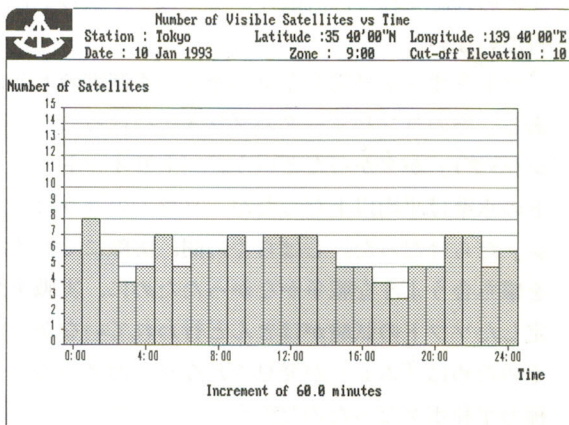
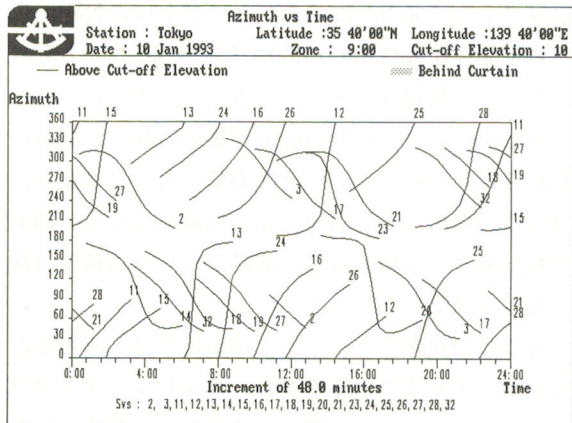
現在のGPSを利用した測量はあらかじめ座標のわかってる三角点のような場所に一方のGPS受信機を設置し，もう一方の受信機を測りたい点の上に設置します。ここで，しばらくデータの観測を行い，そして実際の位置データはパソコンで両方のGPS受信機のデータを読み込み，これを処理することによってはじめて得ることができます。

間もなく実用化される予定のリアルタイム精密測量システムは，わかった場所においたGPS受信機から自身の測位情報をもう一方に送信します。測りたい方のGPS受信機では即座に位置を計算し，表示します。

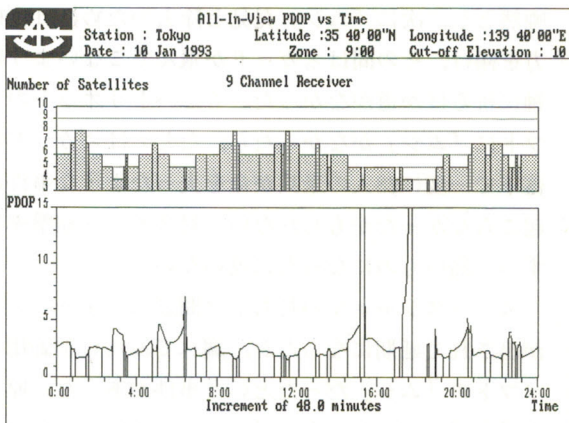
この精度は，約10キロメートル以内の距離では数センチメートルになると言われています。米国では900MHz帯の周波数スペクトラム拡散変調方式を使用して通信が行われようとしています。

ブロックIIの実用衛星では16番目の，そして運用されている衛星としては20番目の衛星番号(PRN)32が去年の11月23日に打ち上げられました。12月にも打ち上げられることになっていますので，平成5年中には24個での完全な運用は間違いないでしょう。**図2～5**には，32番衛星も含んでいます。

これだけたくさんの衛星が受信できるようになると，仰角の図や方位角の図は見にくくなってしまいました。そろそろ何らかの工夫が必要になってきたようです。

(㈱トリンブルナビゲーション)

【図2】東京における衛星の仰角

【図3】東京における受信可能衛星数

【図4】東京における衛星の方位角

【図5】東京におけるPDOP

電子社会を
ナナメに見れば

ソフトウェアには「ムシ」が住む

◉多摩　悟

ソフトの「ムシ」が故障を起こす

湾岸戦争でイラクの発射するスカッド・ミサイルを迎撃したパトリオット・ミサイル。あたかも100発100中でスカッドを撃ち落としたかのように，その絶大な効果ばかりが宣伝されたが，実は成功率は数10パーセントに過ぎなかったらしい。華々しい成功物語の影に隠されて，失敗のほうはあまり明らかになっていない。

パトリオットは完全なコンピュータ制御のもとにある。そのコンピュータのソフトにはけっこう「ムシ(バグ)」が多かったという。パトリオットのハードの水準は平均以上だったが，ソフトのほうは「ムシ」だらけだった。しばらくの間，実際にミサイルを撃ち合うような戦争がなかったために，実戦を想定したソフトの試験がほとんど行われていなかった。そのために「ムシ」が発見されなかったという。一種の平和ボケだったのだろう。

当初のあまりの迎撃成功率の低さに前線の兵士は唖然とし，次に「ムシ」発見と除去のために日夜精力を傾け，その間はスカッドが飛んでこないように神に祈るほか道がなかった。もしパトリオットのソフトに「ムシ」がなかったら，たとえばスカッドの落下で一度に28人の米兵が命を失ったような事件は起こらなかったかもしれない。対スカッド迎撃率はずっと高いものになったに違いない。

スペースシャトルの打ち上げ間近にウォーニングが出されて延期になったが，調べてみたら制御用のソフトの「ムシ」だったという事件があった。原子力発電所で運転ソフトの「ムシ」が原因で，故障でないのに緊急停止したことがある。電話交換機はコンピュータそのものであるが，最近は電話の故障はハードよりもソフトの「ムシ」で起きることが多いようだ。身の回りでは自動車事故で，マイコンのソフトが原因ではないかと推定されるケースがときどき発生しているらしい。だが自動車の場合は，メーカーの力が強大なせいか，メーカーの責任よりは運転者の責任が云々されて，そのままウヤムヤに終わることも少なくないようだ。

地球上でもっとも複雑なるもの

ソフトになぜ思わぬ「ムシ」が潜んでいるのか。

一言で言えば，それはソフトが複雑なせいである。数え方にもよるが，小型乗用車は数千の部品で組み立てられている。どんなに多くてもせいぜい１万くらい。このところリサイクルが当り前になってきたこともあって，リサイクルには部品の数が少ないほど簡単なことから，部品総数は減少傾向にある。

ジャンボジェット機の部品総数は，およそ100万という。およそ機械の部品数は100万あたりが工学上の限界である。100万の部品のひとつひとつに欠陥が生じる可能性が仮に100万分の１だとする。100万分の１だったら無視できる欠陥と考えてしまいそうだ。しかし，そうした部品が100万点集められて組立が行われると，100万分の１を100万倍したことになり，完成した機械はまず間違いなく欠陥品になる。部品の数が増えれば増えるほど部品１つ１つの精度は高くなければならない。

ところが複雑さということにかけては，もちろんピンからキリまであるものの，コンピュータのソフトはジャンボジェット機の比ではない。複雑なソフトは，人類が生み出した「この世でもっとも複雑な

るもの」である。複雑になればなるほど人智の及ばない盲点がでてくる。それがソフトの「ムシ」になる。

もちろんソフトは実用前に試験的にコンピュータに走らせて見て,「ムシ」を捜し出す。その手段も年々進歩している。たいていの「ムシ」はそれで発見できるが，それでも完全と断言はできない。あらゆるケースをチェックするのは膨大な時間のかかる大仕事であって，ソフトに密かに「ムシ」が潜り込んでしまう可能性を否定はできない。

IBMのE・アダムさんによると，チェック済みのソフトに潜む「ムシ」の33％以上は「5000年のムシ」である。「5000年のムシ」というのは，運用していると5000年に１回の確率で欠陥をさらけだす「ムシ」という意味である。「500～1600年のムシ」が次に多く28％ほど,「500年のムシ」はおよそ18％,「50～160年のムシ」がおよそ10％,「50年のムシ」がおよそ６％,「５～16年のムシ」が２％強,「５年のムシ」が２％弱,「1.6年までのムシ」が１％強。

つまり，めったに正体を現さないムシ，あるいは，運用していてもまったく何の問題もなく終わるムシが，圧倒的であるということができる。しかし，そうだからといって，無視することはできない。ジャンボジェット機たった１つの部品の欠陥がアムステルダムでマンション炎上の悲劇を招いたように,「5000年のムシ」といっても，その危険は時として計り知れないものがある。

「ムシ」はソフトの宿命

インプットがアウトプットされてくる道筋がソフトであるが，その道筋は一通りではない。ソフトの製作者しだいで無限の選択肢のある道筋になる。ソフトの製作は芸術のようなもので，製作者の才能とセンスが見事に反映される。芸術的な選択肢のある効率の良いソフトは優れたソフトといえるかもしれない。

ところで，あるインプットがどの道筋を通るかの決定が選択肢ごとに行われるわけだが,「ムシ」のところでは誤った決定がなされてしまう。ソフトのなかの芸術的でしかも多数の選択肢をすべて試すのは事実上無理なこと。ふだんはまったく支障がなかったのに，たまたまある時，あるインプットがインスペクターの目を逃れた「ムシ」に遭遇して，そこで立ち往生したり，とんでもないアウトプットになったりするのである。

しかし,「ムシ」ではないのに「ムシ」と遭遇したのと同じアウトプットになってしまうこともある。選択肢の決定のところで製作者の意図通りに決定が行われたにもかかわらず，実は製作者が誤解していたとか間違っていたためにトラブルにつながったというような場合である。製作者の頭のなかに「ムシ」があったことになる。複雑なソフトだと製作者本人しか内容が分からない。本人の「ムシ」とは知らないが，実は「ムシ」のケースである。

またソフトの本来の目的がしだいに曲がってきたためにトラブルになることがある。コンピュータのシステムは使用者が使いやすいように変化させて行くものだ。コンピュータは本来柔軟性に富むもので，進化発展させるのは使用者として当然のことなのだが，その途中で選択肢の「正しい」決定が間違った決定をする「ムシ」に性格を変えてしまうことがあるというのである。

一般的にソフトの信頼性はけっして低いものではない。しかし，複雑で芸術的なためにソフトに必ず「ムシ」が潜むことも，疑いようがない。ではどうしたら良いかというと，実はあまり対策といえるようなものはない。

そこで気になるのは安全確保のためのコンピュータ利用の行き過ぎである。コンピュータは明らかに工学の分野の安全性を高めた。逆説的だが，さらに安全性を追求するなら，コンピュータの限界を考える必要がある。

わたしたちは，ソフトに潜む「ムシ」の存在を忘れてはならない。

「こちらラジオ日本……」

松田三郎

欧州国際放送，市場統合を推進

この原稿の執筆の途中，筆者はEC，ヨーロッパ共同体の市場統合前夜のEC諸国を巡り，欧州統合をめざす第一歩の熱気の中にいました。市場統合は文字通り，国ごとの市場のカベをなくすことです。放送の世界は実態としてカベはなくなっており，言葉や通貨単位は異なるにせよ，情報を共有する地盤はすでにできていた訳で，ECの「市場」から始まる統合へのうねりは，これらの国との国際放送によって増幅されてきたのです。

イギリスのBBC，ドイツのDW，フランスのFI等々の国際放送は今後，EC域内をも視野におきながら，それぞれアングロサクソン，ゲルマン，ラテンといった民族的，歴史的文化を背景に，世界に対する情報発信機能を強めていくものと見られます。ヨーロッパに誕生した人口３億４千万の一大経済圏を前に日・米・欧の三極構造は一層重要さを増し，相互理解のための情報発信，特に国際放送の進化はテレビ，衛星等を含めて重要度を増していくことでしょう。

日本の声，「ラジオ日本」の呼称

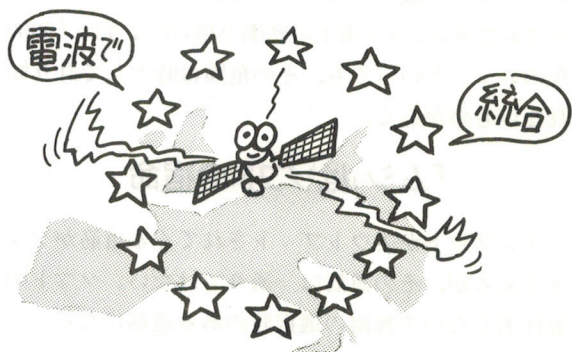
日本で唯一の短波による国際放送の名称が「ラジオ日本」であることは広く世界に知られています。国内には「ニッポン放送」「RFラジオ日本」など類似混同しやすい名称も多いので，国際放送，ラジオ日本の名称について説明したいと思います。

戦後，新憲法発布に伴う昭和25年の放送法制の改正がNHKの公共放送と民間放送局の並立を前提としたことから当時，毎日新聞は昭和26年４月「ラジオ日本」「ラジオジャパン」として届け出，当時の電波監理委員会から免許(その後「ラジオにっぽん」に変更)を得たのです。やがて昭和56年７月に毎日新聞社は，社の機構改革などの際，上記の登録商標をNHKに譲渡するということになり，NHKは感謝をもって毎日新聞社から商標出願人の地位を引き継ぎ，登録を行ったのです。この商標は10年ごとに更新されますが商品にしないでいると，効力を失うことから，NHKでは「ラジオジャパン」のカレンダーや手帖などをNHKサービスセンターに委託して作成，販売している訳です。

新時代に向かう国際放送界

国際放送が国際情勢に鋭敏に対応すべきはいうまでもありません。いま旧ソ連邦の崩壊に伴う冷戦構造の終焉，ECの市場統合という世界情報の激変の中で，国際放送も，放送内容はもちろん，ハード面でも短波から中波，衛星，CATV等々へと大きな広がりをみせています。すでにBBC(英)，DW(独)といった機関は短波国際放送のノウハウをもとにテレビによる国際放送を開始しており，こうした動きは他の機関にも広がることが予想されます。

こうした中でNHKの国際放送「ラジオ日本」は今年度中に八俣送信所に新たに300kW３台を完成させ，合わせて300kW７台，100kW４台に拡充するほか，遠隔地向けの海外放送機関との交換中継を増やすなど一層の充実を図る方針です。

しかしこれからは，短波もさることながらテレビ衛星，CATVなどのあらゆるメディアを「国際」という視野におき，これらを総合的，効果的に運営する国際放送像が早急に検討されるべきでしょう。短波の「ラジオ日本」が，そうした時代への重要な先導役になることを期待します。

ラジオ日本(NHK国際放送)のスケジュール

ジェネラル・サービス　■ 日本語　E 英語(8～9時17,810と11,815は日本語)　1月3日～3月7日 周波数:kHz

日本時間	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8時
送信方向／番組	■	E	■	E	■	E	■	E	■	E	■	E	■		E		■	E	■	E	■	E	■	E

送信方向	周波数
東南アジア	15,430　21,610　21,610　11,815　17,810　21,610　11,815　7,210　17,810　15,430　11,840
アジア大陸	17,835　15,195　11,815　17,765　11,890　11,840　9,750　7,210　7,140　11,815　15,195
南アジア	17,845　9,590
スリランカ中継	11,840　9,535
オセアニア	17,860　11,875　11,850　9,640　17,890　15,280
北米	17,825　15,230　11,865　9,535　17,825
カナダ中継	5,690　6,120
中南米	11,875
ギアナ中継	15,325　15,350　9,675　15,350　9,685
ガボン中継	21,635
ヨーロッパ・中東・アフリカ	7,230　6,085　15,170
英国中継	6,125　6,050　6,030　5,960　6,025　5,970　6,005　6,125　6,050
スリランカ中継	17,820　17,775
ガボン中継	9,645　21,575　21,640　15,355　21,700　11,925

リジョナル・サービス　■ 日本語　E 英語　▨ スペイン語　▧ ポルトガル語

送信方向	番組・周波数
東南アジア・アジア大陸	17,835　15,210　R C　9,750　11,840　9,580　7,210　R　I B M T C V　K C R　K C　17,820　15,300　11,840(24.00～01.00)　7,210　6,185　V I　17,785　11,840
	インドネシア語・ビルマ語・マレー語・タイ語・中国語・ベトナム語・韓国語・ロシア語
南アジア	B H U　B H U　11,880
スリランカ中継	11,840　9,535
	ベンガル語・ヒンディ語・ウルドゥ語
中東・アフリカ	A　9,590　S　F P A　9,560
スリランカ中継	17,820　17,775
ガボン中継	7,180
	アラビア語・スワヒリ語・フランス語・ペルシャ語
ヨーロッパ	15,170　R S I G F　R G　R S I G F
英国中継	9,770　9,670　6,005　6,050　6,005
ガボン中継	15,355　15,340
	ロシア語・スウェーデン語・イタリア語・ドイツ語・フランス語・スペイン語
オセアニア	E　17,860　15,270
	英語
北米・中南米	■ E ▨　21,610　17,825　▧▨　11,875
ギアナ中継	15,325　15,350　9,675
	日本語・英語・スペイン語・ポルトガル語

日本時間	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8時

フラッシュニュース　担当　小林 良夫

□ BBC(英国放送協会)のWorld Service(英語)の周波数。日本向け中継送信の分。月～金曜23.00～24.00は特別番組。*は土・日曜10.00開始：

21,715kHz：*12.00～19.30。
17,830kHz：14.00～19.30。
15,280kHz：08.00～09.30，*12.00～18.15。
11,955kHz：07.00～09.30。
11,820kHz：22.00～24.00。
9,740kHz：19.30～01.15。
9,570kHz：08.00～09.00。
7,180kHz：06.00～07.00，22.00～01.15。

□ JJYの電波警報は11月12日～12月8日N(正常)。

エレクトロニクス
豆知識

白土 義男

基本ソフト

コンピュータは，ソフトがなければ何も仕事ができません。ところがこのソフトの中で，キー入力を読み込む，CRTに文字を表示する，ディスクにファイルを書き込むなど，どんな働きのソフトにも共通する機能の部分がかなりあり，これをソフト毎にいちいち作っていたのでは能率が上がらないということに気がつきました。そこで，このようなパソコンとしての基本的な機能を網羅して，ひとつのソフトにまとめてしまえ，ということになりました。これが，OS(オペレーティング・システム)と呼ばれる基本ソフトです。

8ビットCPUの時代にはCP/Mと呼ばれるOSが広く使われていましたが，16ビット時代になってからは，MS-DOSが主流で，OS/2，UNIXなどもよく使われています。国内では，日本語の表示で使える日本語MS-DOSが，日電，エプソンなど各社から発売されています。

アプリケーション・ソフト

基本ソフトがあれば，一応パソコンは動作しますが，それはあくまでもパソコンとしての基本的な機能の集積にすぎず，OSだけでワープロや表計算の作業を実行しようとすれば，それこそ気の遠くなるような努力を必要とします。そこで，このOSを基礎にして(OSの機能を利用して)いろいろな仕事をするプログラムが各社から発売されるようになりました。それがアプリケーション・ソフトです。

市販の一太郎，花子，ロータス1・2・3など，ほとんどのソフトは，MS-DOSのアプリケーションです。最近は，MS-WINDOWSが話題になっていますが，これはMS-DOSのアプリケーションでありながら，MS-WINDOWS上でなければ動作しないソフトと組み合わせて始めて機能を発揮します。つまり，WINDOWS用ソフトに対するOSとして働くのです。このことから，プラットホームなどとも呼ばれています。

MAOIX

アプリケーション・ソフトをパソコンに組み込む手順の共通規格のことです。ご存知のように，パソコンでアプリケーション・ソフトを使うためには，まず，基本ソフト(OS：オペレーティング・システム)をシステムに組み込み，そのあと，OSの働きでアプリケーション・ソフトを実行できるような形でシステムに組み込んでやる必要があります。昔は，アプリケーション・ソフトのディスクにOSの基本部分をコピーするだけで実行可能となったのですが，いまは，ワープロソフト本体とかな漢字変換辞書が別ファイルになるなど複雑になってきて，OS側にいろいろな条件を設定するようになってきました。その手続きを，誰にでも易しく自動的に実行できるように，と考えられたのがこのMAOIXです。たとえば，日電MS-DOS5.0のSETUP命令を使うと，このMAOIXに対応したアプリケーションなら，自動的に組み込むことが可能です。

DOS/V

MS-DOSは，もともとマイクロソフト社の製品ですが，国内では，IBM，日電，エプソンなど各社がそれぞれ異なる規格のDOSを発売し，シェア争いをしているため，互換性はありません。特に世界的なシェアを誇るIBMの場合，日本国内では日電をはるかに下回っているのが現状です。その最大のネックは，日本語入力であるともいわれてきました。そこでこの点に改良を加え，国内のIBM-PCおよびその互換機の普及をねらい，同社のPS/55シリーズ用に発売したOS，「IBM DOS VerJ4.0/V」のことを，通称DOS/Vと呼んでいるのです。このDOS/V対応機は，高解像度画面でPC-9801機に比べ半値に近いのが最大の魅力です。標準化されたスロットにボードを差し込めば，いろいろな機能の組み合わせが自由に選択できるなど，ハードウェア的なメリットは，98機では想像もできないでしょう。

新技術ニュース

感度7,000倍のテレビカメラ
～幻の彗星の撮影に成功～

NHK放送技術研究所で,天体などの動きの少ない暗い被写体を超高感度で捉える特殊テレビカメラが開発されました(写真)。

このカメラを用いて，話題のスイフトタットル彗星をTVでいち早く捉えたほか，通常では撮影できない淡い星雲や銀河の撮影にも成功しています。

この映像は，'92年11月16日からの「BS星空図鑑」(衛星第2)で放送されました。

新しく開発されたカメラは，なだれ増倍型のスーパーハープ撮像管と，読みとり電子ビームの遮断を制御する回路を組み合わせたもので，従来のテレビカメラに比べて飛躍的に高い感度が得られます。

通常のテレビカメラでは，1秒間に60枚の画を撮影するので，いわゆるシャッタ速度は1/60秒となります。露出時間をこれより長くすれば，時間に比例した感度増大が得られます。

しかし，CCDカメラなどでは，素子自体を冷却しないと，長時間の露光で黒い部分が白くかぶる現象があり，きれいな画像が得られませんでした。

今回開発されたカメラは，室温で長時間露光しても，黒が浮き上がらない特徴をもつスーパーハープ撮像管を用いて，シャッタ速度を1/60秒～1分まで可変できるようにされたものです。

長時間露光により，画像のコントラストが増すと同時に，ざらつきが少なくなって，画質の良い映像が得られます。

このカメラでは，スーパーハープ撮像管のなだれ増倍率を30倍，露光時間を4秒とした場合に，従来の撮像管カメラに比べて約7,000倍の感度が得られ，動きの少ない暗い被写体を撮影するときに威力を発揮します。

今後は，ハイビジョンカメラにもこの技術を応用して，今まで実現できなかったハイビジョンによる天の川の撮影などに挑戦していくということです。

ディジタルFM変調器の開発

NHKは，世界で初めて，ディジタルステレオ信号から直接FM変調波を得る「ディジタルFM変調器」を日本電気㈱と共同で開発しました。

現在のFM放送機は,アナログ信号により周波数変調する方式が用いられていますが，本装置はDDS(Direct Digital Synthesizer)方式を採用し，入力のディジタル音声信号のレベルに応じた正弦波の高周波信号を直接発生させ，これを高速(1ns)で変化させることにより信号レベルに応じたFM波を得ています。

従来,FM放送システムではFM変調器のみがディジタル化されていませんでした。

本装置の開発によりスタジオからFM放送所までの全系統のディジタル化を図ることができ，スタジオのディジタル信号をそのまま品質劣化なく放送することが可能になります。

これにより，高品質で信頼性の高いFM放送機が実現できます。

装置の特長

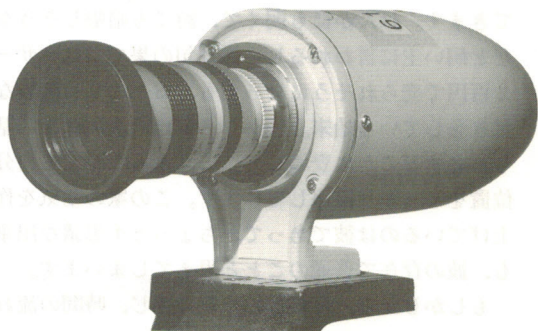
- ノイズ混入による品質劣化が起きにくく，システム全体の信号対雑音比を6dB以上改善。
- 回路のディジタル化により，温度変化などによる特性変動が少なく，安定性の向上と信頼化が図れる。
- 無調整で良好な特性を実現。

今後の展望

NHKでは，FM放送装置の今後の老朽更新に向け検証していくこととしています。

なお,NHKでは既に中波ラジオ放送装置のディジタル変調器についても，'92年6月に開発を終えています。

〈写真〉
超高感度
テレビカメラ

文／栃盛 美弥

Book Review

三好さんとこの日曜日

三好 銀著 小学館 定価1,000円

土曜日と日曜日。同じ休みなのに，不思議と時間の流れ方が違うような気がします。土曜日は次の日が休みだけど，日曜日が終わるとまた会社へ学校へと行かなければならない。そんなことだけなのに，それを別にしても，日曜日という日には他の日とはまったく違う空気が流れている感じがしませんか。

日曜日の夜，寝る前に1日どんなことをしたか思い出してみると，予定外の行動が多いことに気付きます。三好さんの家(夫婦2人と猫1匹の小さな家族です)の日曜日もたいていそんな感じで過ぎていきます。ある日曜は，ゆで卵がとても堅かった朝，猫の梅の爪を切って，庭の掃除をしたら2年前の写真と梅酒が出てきて，梅酒を飲んだら昼寝をしてしまい，その後出かけてたっぷり食料品を買い込んだと思ったらそれは夢で，結局夕食は遅く質素なものになってしまいました。「考えてみると，私達の日曜はいつもこんなだ。最初の予定が，ちょっとずつずれて，だらだらと，知らないうちに過ぎていくのだ」。

この家の日常は，中心にすえてはいないけれど，猫の梅を軸に流れていきます。梅は猫ぎらいの大家さん考案の他の猫なら全然ひっかからないような猫取り機に，簡単に(しかも2回も)かかってしまうような，と言えばわかってもらえそうな猫です。1か月もいなくなったかと思えば，他の家にちゃっかり居候して，ごちそうをたらふく食べさせてもらって丸々太って帰ってきます。けんかにも弱くて，詩でも暗唱しそうな猫だと飼い主に言われるし，揚げ句の果てにはバザーで2百円で売られそうになっても，おとなしく神妙な顔付きをしている始末。しかし，梅は直接関係ない話でも，必ずどこかに登場していて，どんな時でも自分の位置をしっかり確保しています。この家の空気を作り上げているのは彼であって，ちょっと不思議な出来事も，彼の存在で普通のことと思えてしまいます。

もしかしたら，日曜日の空気の感じ，時間の流れは猫のものなのかもしれません。

文／明野 果梨

Book Review

ゾマーさんのこと

パトリック・ジュースキント著 文藝春秋 定価1,500円

「かほりたつ」映画監督パトリス・ルコント〈髪結いの亭主〉がぜひ映画化したいと雑誌で語っていた，体臭のない調香師をめぐる摩訶不思議な物語「香水」，あの魅惑的な本の原作者が描く，これは戦後間もない南ドイツの湖畔の少年の日々。

「ぼく」がまだ空を飛べるほど軽く，木の上の小屋で過ごす時間もたっぷりあった頃から始まる，初夏の木もれ陽のような透明な日々がユーモラスに綴られ，重ねて「ぼく」の心理的な曲がり角となる出来事の度に，文字通り「ぼく」の傍らを通り過ぎていくゾマーさんという不思議な人物のことが織り合わされていく。

終戦後村にやってきたゾマーさんはクラウストロフォビア(閉所恐怖症)のため，ひとつところにじっとしていられない。日がな1日何10キロという長い道のりを歩いている。夏も冬も雹の降る日も雪の日も，クルミの木でできたステッキを持ちリュックサックを背負って，ほっといてくれとばかり歩き続ける。

どの日をとってもかけがえのない中の特別な1日，気になっていた女の子カロリーナと森をぬけて学校から一緒に帰るチャンスに恵まれたときに「ぼく」が考えた散歩コースが素敵だ。7つの完熟したキイチゴ，ノロジカの餌箱，戦争が終わってしばらくして元ナチスの老人が首吊りをした木…何よりも湖の眺望のすばらしいブナの老木。「ぼく」はスグリのジュースなどの食料まで地下室から調達しておくのだ。

どんな日にもゾマーさんは歩き回っている。気付くと気付かないとにかかわらず。「ぼく」は自転車に乗れるようになり，ピアノを習い，テレビのある友人の家へ行くようになる。少しずつ大人になっていくのだ。そしてゾマーさんはいつか「ぼく」の記憶の中に閉じこめられていく。

風のような存在感の「ぼく」に比べ，ゾマーさんは常に地の底から引力に引っ張られ，引力に捕まらないように必死で歩き回っているかのようにさえ思える。

ゾマーさんとは何者なのだろう。豊富な絵も素敵。

文／佐藤 敦

Music Review

『NO DAMAGE II』 佐野元春

発売 EPICソニー　定価2,800円

薄紫に明けてゆく都会の朝。夜明けの白い月の輝き。喧騒と虚飾に疲れたこの街が，一瞬だけ清らかな自分を取り戻す時間。眠れない大人たち，目覚めてしまった子供たち，世界中に訪れる空白の時間。音も言葉もない張りつめた空気の中，今だけは誰もが静かに目を閉じて，何かを祈ろうとするのだろう。彼のように。

「つまらない大人にはなりたくない」と彼は歌った(ガラスのジェネレーション，1981)。そのとき，僕らにはわからなかった。すべての「大人」がつまらないのか，それとも「つまらない大人」になりたくないのか。大人となってしまった今となってはそれを問うのは無意味だと，誰もが思った。けれど「大人」になってしまったと気づいた彼がしてきたことは，その無意味と戦うことだったのだ。僕はいつしか，そんな彼から目をそらして生きていたのだと思う。このアルバムには，僕の知らない元春の孤独な戦いがある。それは，自分自身との戦いだと知った。

12月，僕は初めて元春のライブに足を運んだ。小柄な体がステージに踊る。力強いシャウト。変わらない，変わりようもない懐かしいナンバー。最新アルバムのタイトル曲や，ドラマの主題歌にもなった最近のヒット。プレイの曲ごとに会場は沸いた。歌いながら，踊りながら，元春は幾度となく拳を上げてファイティング・ポーズをとった。彼は戦っている。それは永遠に終わらないのだ。そんな彼が唯一休息を得るとき，誰もが自分が取り戻す美しい夜明けを，元春は歌う。束の間のやすらぎを求めて。星も消えかかる，けれど，太陽はまだその強い光輝の片鱗すら見えない。

あの〝NO DAMAGE〟からもう9年が経ってしまった。デビュー曲「アンジェリーナ」を含む初期サウンドの集大成だった前作に続き，〝その後の元春〟をまとめたベスト盤である。あの時。それはちょうど，大きなターニング・ポイントだった。そして今また，彼があえてそのタイトルを〝II〟としたのは，忘れようとした何かを，取り戻したからかもしれないのだ。

文／片品 杏奈

Video Review

クイック・チェンジ

監督 ハワード・フランクリン/ビル・マーレイ 発売 ワーナー・ホームビデオ

会社勤めを始めて早…年なのに，今もよく見る夢がある。起きて時計を見てみるともう定時には間に合わない時刻(それも午後2時とかいうとてつもない時間であったりすることが多い)。そこで会社に電話して休みにするなり，これから行くと言えばいいものの，無理に取り繕い，早く支度をして出かけようとして焦りだす。ところが焦れば焦るほど行動が空回りして，変なことで時間をロスしてしまう。ごはんなんか食べなくてもいいのに，冷蔵庫を一生懸命あさってみたり，履こうと思った靴をしつこく探したり。そんなことをしているうちにどんどん時間は経っていく。ああもうだめだ，言い訳がつかない……と思うと，夢から覚めて，いつもより1時間も早い時間だったりする。こんな夢を見た朝はげんなりして，すでに1日終わってしまったように疲れてしまう。

この映画はそんな悪夢のようである。ニューヨークの小さな銀行を襲った銀行強盗。なんとピエロの扮装で人質をとって立て籠もり，巧妙な早がわり(クイック・チェンジ)でまんまと警察の目をごまかして共犯者と姿をくらます。このまま余裕で海外逃亡といくはずが，しかし，小さなミスが積み重なって，ニューヨークという迷路に迷い込んでしまう。ほんの数分のつもりで路上駐車した車が，消防車の邪魔になってレッカー移動させられてしまう。自分たちが強盗なのに強盗に襲われる。タクシーがなかなかつかまらず，やっと止まったタクシーの運転手は英語が通じない。マフィアのアジトに間違って踏み込んでしまう。こんなことの繰り返しで，まっすぐ行けばほんの1時間で着くはずの飛行場に，何時間たってもたどりつけない。

「ゴースト・バスター」ビル・マーレイ監督・主演のコメディ。この映画には「こんな街からはやくさっさとおさらばしたいのに」という台詞がよく出てくる。ニューヨークでも東京でも，時間や人間関係の繁雑さに追われる都会人のストレスは同じなのだろう。きっと彼も私のような悪夢をよく見るに違いない。

3月号特集予告

2月13日発売

特集＝【エレクトロニクス製作アラカルト】(仮)

製作アラカルトと題して，バラエティーかつ製品開発のヒントになる，または実用性がある，回路の勉強になる，素子の使い方がわかるなどをポイントにおき，「赤外線」「超音波」「受信機」「測定器」，他を実験記事を含め，再現性あるものを紹介する。

多忙で製作する時間がない方でも，ぜひ時間を見つけ出して，チャレンジしてみてはいかがでしょうか。

―――――*―――――*―――――*―――――

●赤外線通信装置／●AMステレオ／●超音波水中通信／●受信警報装置／●電子負荷の実験／他

編集後記

■実は，12月上旬に2月号の編集後記を書いているのでどうも季節感が合いません。公園やお寺のイチョウの木は，もうすっかり葉を落としました。銀杏の実を拾い焼いたところ，これがなかなかイケルのです。1週間おいてまた行ったのですが，梢からは新しい芽をふき，銀杏はもう見つかりませんでした。〈F〉

■12月中旬だというのに，暖かい日が続いて冬を忘れさせてしまう毎日だ。ここで心配するのが，スキー場に雪があるかどうかだ。今シーズンはぜひ白銀の世界へと思っているがどうなるか。先日，ニュースを見ていたら，なんとニューモデルのスキー板が50％引き。お買得かもしれない。〈H〉

■時代に逆行して，古臭いテーマにこだわる雑誌というのもなかなか味がある。ただ内容だけでなく体裁も昔のままというのも今の時代とても意義深いと思う。他に似たような雑誌が次々と休・廃刊していく中で健闘しているのもこうした紙面作りがあるからでしょう。93年も時流に流されず地道にやっていきます。〈S〉

■暮れは，モデルチェンジの時期でもある。今の日本製品は品質管理が行き届いていて，そうそう壊れるものではないが，動く機械は何かの消耗部品を有している。ミニのラジカセを修理に出したら，部品が無いと丁重にお断りされた。機能の陳腐化は認めるが…暇を見て，中を確かめたい？とまだ置いてある。〈T.U〉

■本誌前月号特集関連，GPS衛星を利用して車の現在位置や進行方向などを電子地図上に表示する「ディジタルマップナビシステム」をわが愛車に搭載。特に見知らぬ所へ行くときなど実力発揮。このほか豊富なドライブ情報やさまざまな機能を有し，ドライブの新しい楽しみとなるか？新技術の進展に改めて敬服。〈I〉

■投稿原稿募集のお知らせ

希望される方は編集部宛お送りください。編集部などの審査を経て，採否を決めさせていただきます。採用された原稿は規定の原稿料をお支払いいたします。●特にハードの製作記事を歓迎しますが，それ以外でもOK●詳しくはお問い合わせを。

■記事に対するご質問は

小誌の記事に関するご質問などがある場合は，何年・何月号・何頁・タイトル・筆者名・質問内容・電話番号などを明記した上，ご自分の住所・氏名を書き，切手を貼った返信用封筒を同封するか，往復葉書で編集部宛にお送りください。

●バックナンバーと年間予約のお知らせ●

バックナンバーの在庫は，月号によって違いますが，残り僅少です。確実に入手していただくには，予約購読をお勧めします。なお，バックナンバーご希望の方は，当社直販部へ在庫確認のうえご注文ください。

また年間予約をいただきますと，送料は当社で負担いたします。

エレクトロニクスライフ

1993年2月号 通巻726号
1993年2月1日発行
定価750円(本体728円) 〒76
編集・発行 日本放送出版協会
〒150 東京都渋谷区宇田川町41-1
☎03-3464-7311(代表)
印 刷：大熊整美堂 製 本：石津製本

直接ご購読のしおり

ご近所の書店に本誌がない場合，また，予約購読を希望される際は，本社に直接「カワセ」または「振替口座(東京1-49701)」でご注文ください。なお，年間予約の場合の購読料金は，9,000円です。

ファジィ博士　制御はおまかせ

ファジイで制御

FUZZY KIT

PC9801でプログラムが出来、ROM化可能!!

FUZZY KITは、ファジイ推論により複雑な制御を簡単に行う事が出来、専用の推論手順コンパイラによりアセンブラやC言語等が無くてもシステム開発が行えます。
推論手順コンパイラの命令はシンプルで初心者の方にも簡単に習得しやすくなっています。
分かりやすい説明と豊富な例題(リスト付)が付属していますので目で見ながらファジイを体験／学習する事が出来ます。
開発が終了したシステムは、ROM化により他のCPUボード上でも実行が可能です。(ただしCPUは日立製H8/500シリーズとし、H8/532以外の品種では、入出力定義ファイルを自作する必要が有ります。)

1セット **¥49,800**
(表示価格には消費税は含まれておりません。)

H8/532はワンタイムEPROM内蔵マイコンのベストセラー"ZTAT®マイコンです

■特徴
- ファジィ推論により制御容易
- 単純な制御はアセンブラが無くともOK
- KIT以外に必要なものPC98、電源
- 詳しい説明書(例題付)
- H8/500シリーズ高速CPUの採用によりソフトウェア推論で高速実現 5,000ルール/秒
- ローコスト

■セットの内容
- ファジィ用ボードコンピューター――――1
- ROM(ファジィエンジン、モニタ)――――1
- MS-DOS対応 PC98用 5インチ――――1
  3.5インチ――――1
- RS232Cケーブル――――1
- DC電源ケーブル――――1
- 説明書――――1

H8/500シリーズ用ツール同時発売

BASICコンパイラ
H8/500シリーズ用
H8/500-BAS ¥58,000
(表示価格には消費税は含まれておりません)

BASICのソースプログラム
↓ コンパイル
アッセンブラプログラム

この他にアッセンブラが必要です。
■機種 PC98、IBM-PC、FM-R、J-3100

アセンブラ
H8/500シリーズ
H8/500-ASM ¥25,000
(表示価格には消費税は含まれておりません)
■特徴
- 速い……短いアセンブル時間
- 日立純正ニーモニック
- 出力コードの最適化
  ニーモニックを略記した場合、自動的に最適命令を出力します
- オブジェクトファイルを介さずに、リンク可能
- エラーメッセージ……日本語
- 多機種のMS-DOSマシンに対応

■機種 PC98、IBM-PC、FM-R、J-3100

◎御注文の際は必ず機種を指定して下さい。

※ZTATは㈱日立製作所の登録商標です　PC9801はNECの登録商標です　MS.DOSはマイクロソフト社の登録商標です
IBM-PCはIBMの登録商標です　FM-Rシリーズは富士通の登録商標です

資料請求は下記迄

Sapporo City

発売・製造
株式会社 北斗電子
〒060 札幌市中央区南2条西6丁目 狸小路プラザハウス2F
TEL 011-251-2736　FAX 011-271-8468
社団法人 日本システムハウス協会会員

エレクトロニクスライフ　通巻726号　平成5年2月1日発行(毎月1回1日発行) 昭和21年12月27日第三種郵便物認可

日本放送出版協会
〒150 東京都渋谷区宇田川町41-1
☎(03)3464-7311

定価 七五〇円(本体七二八円)

Printed in Japan　T1011941020759

雑誌11941-2